



TUGAS AKHIR - SF141501

**STUDI PENAMBAHAN MATERIAL KARDUS SEBAGAI PENGISI
PANEL SANDWICH UNTUK MENAMBAH INSULASI BUNYI
PADA KALSIBOARD SEBAGAI PLAFON**

**SELVI FIDIA PUTRI LESTARI
NRP 1113100029**

**Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



TUGAS AKHIR - SF141501

**STUDI PENAMBAHAN MATERIAL KARDUS SEBAGAI PENGISI
PANEL SANDWICH UNTUK MENAMBAH INSULASI BUNYI
PADA KALSIBOARD SEBAGAI PLAFON**

**SELVI FIDIA PUTRI LESTARI
NRP 1113100029**

**Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - SF141501

**STUDY OF ADDITION OF CARDBOARD MATERIAL FOR
SANDWICH PANEL CONTENT TO INCREASING INSULATION
OF SOUND ON THE CALCIBOARD AS CEILING**

**SELVI FIDIA PUTRI LESTARI
NRP. 1113100029**

**Advisor
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENAMBAHAN MATERIAL KARDUS SEBAGAI PENGISI PANEL SANDWICH UNTUK MENAMBAH INSULASI BUNYI PADA KALSIBOARD SEBAGAI PLAFON

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas
Akhir Program Strata 1
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
SELVI FIDIA PUTRI LESTARI
NRP 1113 100 029

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Suyatno M.Si
NIP. 19760620200212.1.004

(.....)

Susilo Indrawati M.Si
NIP. 110020130.1.001

(.....)

SURABAYA, JULI 2017



STUDI PENAMBAHAN MATERIAL KARDUS SEBAGAI PENGISI PANEL SANDWICH UNTUK MENAMBAHINSULASI BUNYI PADA KALSIBOARD SEBAGAI PLAFON

Nama :Selvi Fidia Putri Lestari
NRP :1113100029
Departemen :Fisika, FMIPA ITS
Pembimbing : Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si

Abstrak

Salah satu parameter akustik yang digunakan untuk menganalisa suatu ruangan adalah *transmission loss*(TL). *Transmission Loss* adalah rugi bunyi yang dialami suatu bahan atau kebocoran suatu bunyi oleh bahan. Konstruksi bangunan yang sering mengalami kebocoran bunyi adalah plafon. Salah satu fungsi plafon adalah mengurangi bising yang diakibatkan oleh suara dari atap atau dari lantai di atasnya. Bahan uji yang digunakan adalah kalsiboard 3mm dan kardus 3mm dengan variasi ketebalan 1 hingga 5 lembar dengan dimensi 108cm x 112cm yang diletakkan diantara dua buah lapisan kalsiboard. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ISO 354 dan ASTM E-413 untuk perhitungan *Sound Transmission Class*. Kalsiboard memiliki nilai α yang sangat kecil (<0.2) sehingga bersifat reflektif sedangkan kardus sangat efektif dalam menyerap bunyi pada frekuensi 125 Hz. Penambahan ketebalan kardus mampu menaikkan nilai koefisien absorpsi untuk semua frekuensi. Hasil perhitungan *Transmission Loss* (TL) pada bahan E adalah partisi dengan nilai TL yang cukup bagus untuk frekuensi 4000 Hz yaitu sebesar 44.5 dB. Nilai STC tertinggi didapatkan pada bahan 5 (kalsiboard-kardus 5 lembar-kalsiboard) sebesar 37 dB, sehingga baik sebagai insulator karena bunyi keras tidak terdengar secara jelas.

Kata kunci: Kardus, koefisien absorpsi, *Sound Transmission Class* (STC), *Transmission Loss*

STUDY OF ADDITION OF CARDBOARD MATERIAL FOR SANDWICH PANEL CONTENT TO INCREASING INSULATION OF SOUND ON THE CALSIBOARD AS CEILING

Name : Selvi Fidia Putri Lestari
NRP : 1113100029
Major : Fisika, FMIPA ITS
Advisor : Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si

Abstract

Transmission loss (TL) is the one of the acoustic parameters used to analyzing a room. Transmission loss is losses of sound that occurred on one of material or sound leakage from material. Building Construction that which often occurred leakage sound was a ceiling. One of the functions of the ceiling was to reduced the noise caused by sound from the roof or from the floor above it. The material for test is used 3 mm calciboard and 3 mm cupboard with variuos of range thickness 1 to 5 sheets with dimensions of 108 cm x 112 cm placed between two layers of calciboard. The method used in this research is ISO 354 and ASTM E-413 for the calculation of Sound Transmission Class.. Calciboard has a very small α value (<0.2) so it is reflective while cardboard is very effective in absorbing sound at 125 Hz frequency. The addition of the thickness of the cardboard can increase the absorption coefficient value for all frequencies. The result calculation of Transmission Loss on material 5 is partition with a good value TL at frequency 4000 Hz was 44 DB. The highest value of STC was found at material 5 , it consist (5 calciboard – cupboard 5 sheets) was found 37 dB, so either as an insulator because the loud noise is not heard clearly.

Keywords: Cardboard, absorption coefficient, Sound Transmission Class, Transmission Loss

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT penulis telah dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik dan optimal meskipun kurang sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan jalan dalam menuntun kami dari kebodohan menuju cahaya kebenaran. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini ditulis dengan judul **“STUDI PENAMBAHAN MATERIAL KARDUS SEBAGAI PENGISI PANEL SANDWICH UNTUK MENAMBAH INSULASI BUNYI PADA KALSIBOARD SEBAGAI PLAFON”**

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua tercinta yaitu Ayah Turiono dan Ibu Subandiyah yang telah mendedikasikan seluruh cinta, ilmu, waktu, semangat serta moril kepada penulis.
3. Kepada Ibu Isbandiyah dan Bapak Timan yang telah memberikan dukungan moril dan motivasi kepada penulis.
4. Adikku tersayang Riyo Firmansyah dan Riyan Firmansyah atas dukungan semangat dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
5. Kakak ku Mas Josy Farid Rahman, S.Pd yang selalu memberikan motivasi juga kritik dan saran kepada penulis.
6. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono M.Eng selaku Kepala Departemen Fisika dan Dosen wali yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
7. Bapak Dr. Suyatno, M.Si dan Ibu Susilo Indrawati, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan

pengarahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.

8. Kepada teman hidup penulis Debit Zein Ariandana, ST yang telah memberikan waktu, ilmu, semangat dan pengertiannya kepada penulis.
9. Kepada Akustik Squad yaitu Gita Dwi Prastiwi, Befie Kurnia ASdan Fannisa Rahman yang selalu membantu dan menemani dalam proses pengambilan data, serta kebersamaan, dukungan dan semangat yang telah diberikan.
10. Kepada teman-teman Laboratorium Instrumentasi Akustik Ahmad Halimul Adib, Mudito Tejo B, M. Azwar Annas, Mas Habib Thabrani, Mas Wildan Habibi, Mas Haikal, Mas Sholeh, Mas Adis dan Mas Awang yang telah membantu penulis dalam pengambilan data serta memberikan pengalaman, ilmu dan motivasi.
11. Kepada teman seperjuangan Regina Ratu dan Riyan Yefta Purba, S.Si yang telah berbaik hati untuk berbagi pengalaman, semangat, dan dukungan yang tak ternilai harganya selama perkuliahan.
12. Kepada teman se-kosan Jl. Klampis Ngasem Gg. 3 No 33 Nisrina Ikbar Rahmawati dan Vinda Zakiatus Z, S.Si atas kebersamaan yang tak terlupakan.
13. Kepada segenap teman-teman Fisika ITS 2013 SUPERNOVAdan GAMMA yang telah menjadi keluarga kedua penulis selama di Surabaya dan memberikan dukungan terbaik untuk penulis.
14. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir masih jauh dari kesempurnaan.Oleh karena itu penulis berharap atas kritik dan saran yang membangun agar Tugas Akhir ini sehingga dapat berguna untuk menambah ilmu untuk kita semua, khususnya bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 24 Juli 2017

Penulis

selvi.fidia.putri.lestari12@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Definisi Bunyi	5
2.1.1 Pemantulan Bunyi.....	6
2.1.2 Penyerapan Bunyi	7
2.1.3 Transmisi Bunyi.....	8

2.2 Material Akustik	8
2.2.1 Absorber dan Reflektor	8
2.2.2 Insulator.....	9
2.3 Partisi Penyusun Bangunan	10
2.3.1 Partisi Tunggal.....	11
2.3.2 Partisi Berlapis.....	11
2.4 Koefisien Absorpsi Bunyi.....	13
2.5 <i>Transmission Loss</i> (TL).....	13
2.6 Hukum Massa terhadap <i>Transmission Loss</i>	14
2.7 <i>Sound Transmission Class</i> (STC)	16
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Tahap-tahap Penelitian.....	19
3.2 Studi Literatur	20
3.3 Pengukuran Koefisien Absorpsi.....	20
3.4 Pengukuran <i>Transmission Loss</i>	21
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Analisa Data.....	25
4.1.1. Hasil Pengukuran Koefisien Absorpsi(α).....	25
4.1.2. Hasil Pengukuran <i>TL</i>	26
4.2 Pembahasan	26
4.2.1 Koefisien Absorpsi.....	26
4.2.2 <i>Transmission Loss</i>	29

4.2.3	Flanking Transmission.....	32
4.2.4	Pengaruh antara TL dengan STC.....	32
4.2.5	Hubungan α Kardus terhadap nilai <i>Transmission Loss</i>	36
4.2.6	Hubungan Massa dengan nilai <i>Transmission Loss</i> ..	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		41
BIODATA PENULIS.....		77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai STC.....	17
Tabel 3.1 Bahan uji yang digunakan dalam pengukuran TL	22
Tabel 4.1 Waktu Dengung (RT) pada masing-masing bahan.....	25
Tabel 4.2 Hasil pengukuran <i>Sound Pressure Level</i> (SPL)	26
Tabel 4.3 Hasil perhitungan <i>Transmission Loss</i>	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi perambatan gelombang bunyi diterima oleh pendengar	5
Gambar 2. 2 Perilaku bunyi dalam bidang penerima.	6
Gambar 2.3 Beberapa model partisi berlapis dengan rongga	12
Gambar 2.4 Grafik <i>Transmission Loss</i> terhadap frekuensi.....	14
Gambar 2.5 Transmisi bunyi lewat partisi.....	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	19
Gambar 3.2 Bahan uji: (a). Kalsiboard dan (b). Kardus	20
Gambar 3.3 Rangkaian alat.....	21
Gambar 3.4 Skema alat pengukuran.....	22
Gambar 3.5 Titik pengukuran <i>Transmission Loss</i>	22
Gambar 4.1 Grafik Koefisien Absorpsi	27
Gambar 4.2 Grafik <i>Transmission Loss</i>	31
Gambar 4. 3 Kontur STC-26 pada Bahan 1	34

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	14
LAMPIRAN B	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan IPTEK yang ada di Indonesia khususnya dalam perkembangan ilmu akustik, sehingga kebutuhan kualitas ruangan terus meningkat. Sementara bising yang terjadi diakibatkan oleh banyak sumber, seperti bising lalu lintas, mesin pabrik bahkan bising akibat air hujan. Agar privasi serta kenyamanan akustik dapat terpenuhi maka perlu adanya tindakan atau upaya untuk meredam atau bahkan menghilangkannya. Salah satu cara untuk mengurangnya adalah dengan memberikan partisi antara sumber bising dengan posisi ruang yang dimaksud.

Plafon merupakan bagian konstruksi bangunan yang membatasi antara rangka bangunan dengan atapnya. Selain itu plafon dapat digunakan sebagai acuan parameter akustik suatu ruang atau bangunan. Beberapa penelitian tentang desain dan struktur plafon telah dilakukan misalkan *“Pembuatan dan karakterisasi plafon dari serbuk ampas tebu dengan perekat polyester”* oleh Rizki Windasari tahun 2013. Plafon berbahan ampas tebu ini mampu menyerap bunyi dengan cukup baik dan nilai daya serap airnya juga tinggi namun plafon berbahan ampas tebu ini tidak dapat digunakan untuk waktu yang lama. Hal itu dikarenakan kurang standart, daya serap air yang tinggi akan menyebabkan kelembapan yang berlebih dan akan menimbulkan jamur yang akan mengurangi fungsi dari plafon. Selanjutnya juga diteliti oleh Khairatul Ikhsan tahun 2016 yang berjudul *“Karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari material berongga plafon PVC menggunakan metode tabung impedansi”*. Penelitian ini mampu mengubah palafon PVC menjadi plafon PVC yang berongga serta daya serap bunyi yang cukup tinggi karena terdapat rongga dan sekat-sekat didalamnya. Namun dalam aplikasinya plafon ini belum bisa bekerja secara optimal karena terdapat kebocoran bunyi karena pemasangan sekatnya yang kurang rapi. Berdasarkan permasalahan yang ada peneliti melakukan inovasi dalam

pembuatan plafon yaitu menyusunnya seperti sandwich dan terdapat bahan absorber sebagai isiannya.

Dalam penelitian tugas akhir ini desain plafon yang digunakan adalah partisi yang berongga dimana ketika ada dua buah material dengan bahan yang sama yaitu kalsiboard yang disusun berlapis dengan adanya rongga kemudian rongga tersebut diletakkan material penyerap bunyi yaitu kardus. Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi parameter pembuatan plafon yang baik sebagai insulator bunyi dan dapat mengatasi permasalahan cacat akustik ruang yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan permasalahan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai koefisien absorpsi pada bahan uji?
2. Bagaimana nilai *Transmission Loss* pada masing-masing bahan uji?
3. Bagaimana nilai STC pada masing-masing bahan uji?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai koefisien absorpsi dari bahan uji.
2. Mengetahui nilai *Transmission Loss* dari masing-masing bahan uji,
3. Mengetahui nilai STC dari masing-masing bahan uji,

1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang diteliti adalah kalsiboard dengan ketebalan 3mm dan kardus (1lembar, 2lembar, 3 lembar, 4 lembar dan 5 lembar)
2. Partisi yang dibuat dengan ukuran 108 cm x 112 cm dengan kerangka besi.
3. Bahan uji diamati pada frekuensi All, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz.

4. Ruang penelitian yang digunakan yaitu Ruang Reverberation dan Ruang Anechoic di Laboratorium Instrumentasi Akustik Departemen Fisika ITS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui karakteristik dari sebuah plafon yang memiliki berlapis dengan parameter *Transmission Loss* (TL). Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai sarana untuk inovasi desain plafon yang memiliki parameter akustik yang bagus.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Penulisan makalah tugas akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi ringkasan dari penelitian. Bab I pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka memuat tentang teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Bab III metodologi penelitian memuat tentang metode yang digunakan dalam penelitian. Bab IV hasil penelitian dan pembahasan berisi tentang hasil data dan pengolahan data serta analisis data. Bab V kesimpulan dan saran.

“Halaman ini sengaja dikosong”

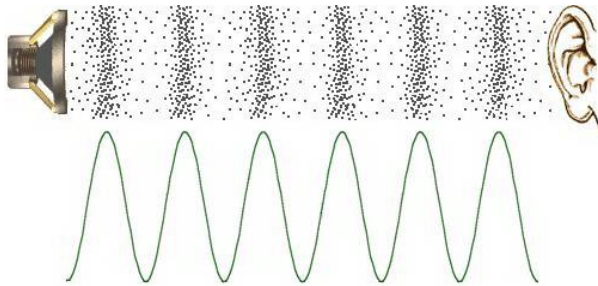
BAB II

DASAR TEORI

Akustik adalah ilmu fisika yang erat kaitannya dengan getaran, gelombang dan sifat-sifat bunyi. Karena akustik pada dasarnya membahas tentang bunyi dan sifat-sifat bunyi dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu akustik sangat diperlukan untuk membuat atau membangun suatu gedung maupun ruang agar sesuai fungsi dan kenyamanan ketika didalamnya.

2.1 Definisi Bunyi

Bunyi memiliki dua definisi secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastis seperti udara dimana bunyi ini disebut bunyi obyektif. Bunyi adalah pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis yang digambarkan seperti bunyi obyektif ini adalah bunyi subyektif (Doelle, 1985). Bunyi juga dapat didefinisikan sebagai transmisi energi yang melewati media padat, cair dan gas dalam suatu getaran yang diterima melalui sensor telinga dan otak. Gambar 2.1 menggambarkan ilustrasi perambatan bunyi.



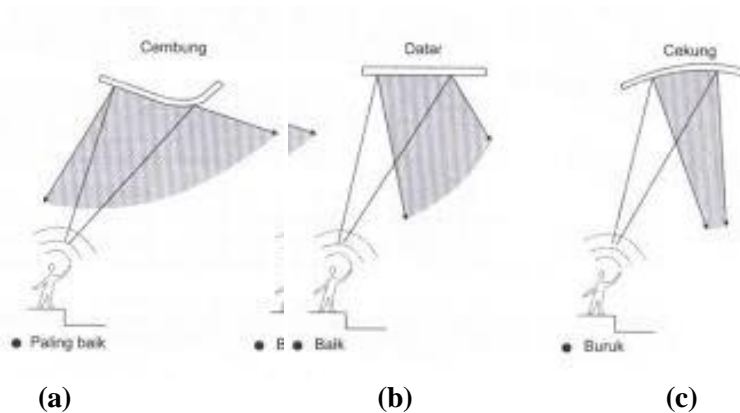
Gambar 2.1 Ilustrasi perambatan gelombang bunyi diterima oleh pendengar

Berdasarkan pada gambar 2.1, getaran yang merambat menyebabkan perubahan tekanan udara sehingga terjadi rapatan dan renggangan. Cepat rambat bunyi sangat bergantung pada

jenis atau medium perambatan sumber bunyi juga suhu dari medium itu sendiri. Kecepatan bunyi atau cepat rambat bunyi di udara dengan suhu 16°C yaitu 340 m/s . Alat untuk mengukur tingkat tekanan bunyi (i) yaitu *Sound Level Meter* (SLM) yang didalamnya terdiri dari mikrofon, versterker (penguat) dan instrument keluaran (*output*), satuan dari tingkat tekanan bunyi yaitu decibel (dB) (Mediastika, 2009).

2.1.1 Pemantulan Bunyi

Menurut Doelle 1985, dalam perambatannya gejala pemantulan bunyi hampir sama dengan pemantulan cahaya, bahwa gelombang bunyi datang, garis normal bidang, dan gelombang bunyi pantul, sementara pemantulan kembali gelombang bunyi yang menumbuk suatu permukaan, menyebabkan sudut datang sama besar dengan sudut pantul. Gambar 2.2 merupakan ilustrasi perilaku bunyi dalam bidang penerima.



Gambar 2.2 Perilaku bunyi dalam bidang penerima, (a). bidang cembung, (b). bidang datar, dan (c). bidang cekung.

Berdasarkan pada gambar 2.2, dapat terlihat dari bentuk permukaan pemantul bunyi dapat dibedakan seperti berikut:

- Permukaan rata bersifat sebagai penghasil gelombang bunyi yang merata.

- b. Permukaan cekung bersifat sebagai pengumpul gelombang bunyi.
- c. Permukaan cembung bersifat sebagai penyebar gelombang bunyi. Suara yang disebarkan menimbulkan gelombang bunyi yang merambat ke segala arah dengan tekanan yang sama pada tiap bagian ruang.

2.1.2 Penyerapan Bunyi

Penyerapan bunyi adalah penyerapan energi bunyi oleh lapisan permukaan tertentu yang memiliki koefisien penyerapan yang juga tertentu (Suptandar,2004). Menurut Doelle,1985 penyerapan bunyi merupakan penyerapan energi bunyi oleh pelapisan permukaan tertentu yang memiliki koefisien penyerapan yang tertentu juga. Terdapat beberapa jenis penyerap suara seperti dibawah ini:

- a. Penyerapan bahan berpori yang berfungsi mengubah energi bunyi menjadi energi panas melalui gesekan dengan molekul udara
- b. Penyerapan panel bergetar, adalah panel yang berfungsi sebagai pengubah energi menjadi energi getaran. Penyerap ini akan bekerja dengan baik pada frekuensi rendah, contohnya kaca , pintu, panel kayu.
- c. Penyerapan resonator rongga adalah panel yang berfungsi untuk mengurangi energi melalui gesekan dan interrefleksi pada lubang dalam yang bekerja pada frekuensi rendah, misalnya sound block, resonator panel berlubang dan resonator celah (Suptandar,2004).

Penyerapan gelombang bunyi akibat suatu permukaan merupakan fungsi dari beberapa parameter, misalnya saja kekerasan permukaan, porositas, kelenturan permukaan. Efisiensi penyerapan dinyatakan dengan nilai 0 dan 1 dimana itu biasanya disebut koefisien penyerapan. Nilai 0 menunjukkan tidak adanya penyerapan pada bahan tersebut sedangkan nilai 1 menunjukkan adanya penyerapan pada bahan.

2.1.3 Transmisi Bunyi

Transmisi bunyi yaitu bunyi yang merambat pada lapisan permukaan dan diteruskan ke semua penjuru atau ruang-ruang lain dan sifatnya tergantung pada kesesuaian tingkat kemampuan transmisi material. Untuk menghindari kebisingan ruang yang berakustik digunakan material yang bertransmisi rendah. Parameter yang digunakan untuk menjelaskan isolasi atau kemampuan menghentikan bunyi adalah koefisien transmisi (τ). Koefisien transmisi didefinisikan sebagai perbandingan daya bunyi yang ditransmisikan melalui suatu material terhadap daya bunyi yang datang. Semakin kecil nilai transmisinya, maka semakin bagus sifat isolasinya (Suptandar, 2004).

2.2 Material Akustik

Material akustik adalah material atau bahan yang digunakan untuk mengendalikan kualitas akustik (reflector, absorber, diffuser dan insulator) sesuai dengan sifat dan perilaku bunyi didalam ruang. Setiap jenis material memiliki karakteristik yang berbeda sesuai strukturnya, berikut adalah jenis-jenis material akustik:

2.2.1 Absorber dan Reflektor

Material akustik sebagai absorber memiliki ciri sebagai berikut:

1. Daya serap bunyi dari pada daya pantulnya.
2. Koefisien penyerapan bunyi tinggi (>0.3)
3. Lunak dan berpori

Sedangkan pada material yang bersifat reflector memiliki sifat:

1. Daya pantul bunyi lebih tinggi dari daya serapnya
2. Koefisien penyerapan bunyi rendah (< 0.3)
3. Keras dan licin (semakin tebal semakin menjadi reflector)

Contoh material akustik sebagai absorber yaitu:

- Mineral wool; terbuat dari material pasir, batu basal dan kaca daur ulang yang dilelehkan pada suhu tinggi.

- Foam (busa); dapat memiliki struktur sel yang terbuka ataupun tertutup, dengan struktur sel yang terbuka poros saling berhubungan dan memiliki hasil absorpsi yang signifikan. Sedangkan untuk struktur sel tertutup sebaliknya.
- Material daur ulang; material ini menggunakan bahan-bahan yang dapat didaur ulang.
- Gorden (tirai); merupakan material yang biasa digunakan sebagai penyerap berporus. Semakin dalam lipatan akan semakin menghasilkan absorpsi yang baik.
- Karpet; merupakan absorber berporus yang biasanya memiliki proporsi absorpsi yang luas pada frekuensi tinggi di dalam ruang.
- Aerogels; merupakan zat padat yang memiliki porositas yang tinggi. Aerogels terbuat dari gel yang dicairkan kemudian berubah menjadi gas.
- Karbon aktif; material ini mulai diminati dalam bidang akustik untuk meningkatkan kemampuan material akustik. Salah satunya pembuat loadspeaker sudah menggunakan karbon aktif untuk meningkatkan performansi frekuensi rendah pada loadspeaker (Russel, Daniel A.1985).

Berikut adalah contoh material akustik sebagai reflector yaitu:

- Gypsum board, material ini sering digunakan sebagai partisi dinding maupun plafon yang sangat baik dalam merefleksikan bunyi sehingga tidak ditransmisikan.
- Plywood, hampir sama dengan gypsum tetapi material ini umumnya diaplikasikan untuk plafon atau langit-langit.
- Papan plastic kaku, material ini lebih sering digunakan untuk pembatas ruangan namun kualitasnya lebih rendah dibandingkan dengan gypsum maupun plywood(Balaka,2016).

2.2.2Insulator

Material dengan bahan yang lembut, berpori seperti kain adalah bahan yang dapat menyerap sebagian besar gelombang

bunyi, dengan kata lain bahan-bahan tersebut adalah penyerap bunyi. Energy gelombang bunyi yang diserap oleh penghalang sebagian akan diubah menjadi energy panas maupun bentuk energy lainnya. Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini adalah sangat kecil, sedangkan kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan. Bila sebagian energy gelombang bunyi diubah menjadi energy kinetic, maka akan terjadi getaran pada penghalang yang bersangkutan, hal ini akan menimbulkan sumber bunyi baru. Semua bahan bangunan memiliki batas tertentu dalam menyerap bunyi, sehingga pengendalian akustik bangunan yang baik membutuhkan bahan-bahan yang memiliki tingkat penyerapan bunyi yang tinggi. Untuk membuat suatu insulator harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Berat; berat material mampu meredam getaran yang menimpanya akibat beratnya sendiri.
- Keutuhan material; keutuhan material sendiri bergantung pada kerapatan bahan dan keseragaman material sehingga akan memiliki tingkat insulasi yang tetap dan stabil.
- Elastisitas; elastisitas akan mengurangi timbulnya resonansi, namun kurang cocok dipakai sebagai konstruksi bangunan yang kuat.
- Prinsip isolasi; prinsip ini sangat bermanfaat untuk memperoleh tingkat insulasi yang tinggi (Sriwigiyatno, Kentut.2006).

2.3 Partisi Penyusun Bangunan

Sifat bunyi yang menyebar ke segala arah sehingga berakibat bunyi dapat menembus sekat antar-ruang seperti dinding ataupun langit-langit. Untuk mencegahnya diperlukan suatu elemen yang mempunyai kemampuan insulasi bunyi yang tinggi. Transmisi bunyi antar-ruang sangat tergantung oleh resonansi yang dialami oleh pembatas ruangan (dinding, plafon). Resonansi ini dapat dikendalikan oleh karakteristik dari bidang pembatas dan penerapan prinsip refraksi. Penggunaan material yang berlapis-lapis akan memaksimalkan refraksi sehingga pembatas menjadi

insulator yang baik. Penggunaan pembatas yang berlapis atau partisi dapat dibedakan menjadi dua yaitu partisi tunggal atau berlapis tanpa rongga dan partisi berlapis berongga (Mediastika,2009).

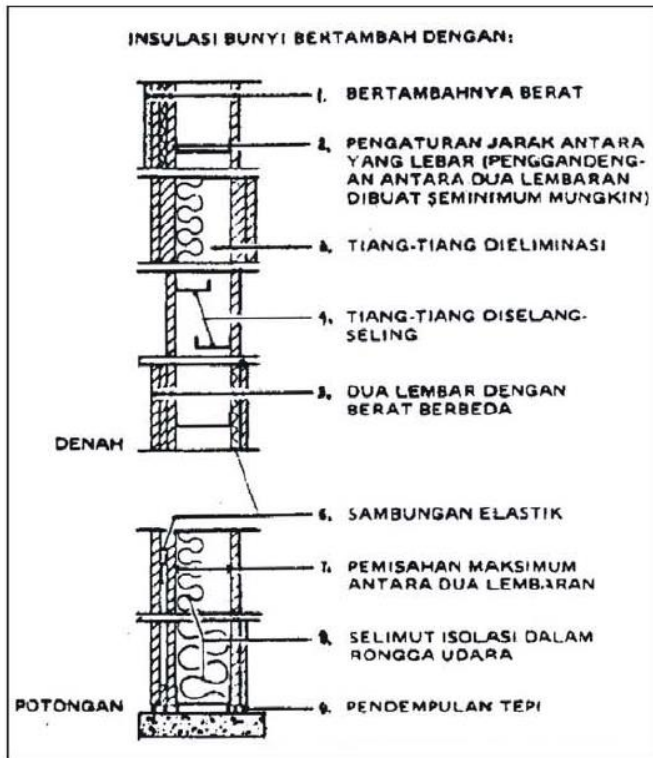
2.3.1 Partisi Tunggal

Suatu partisi tunggal atau berlapis tanpa rongga memiliki karakteristik yang sama, kemampuan absorb bidang partisi seperti ini bergantung pada frekuensi bunyi yang mengenai partisi dan tebal partisi. Sehingga semakin tebal partisi dan semakin tinggi frekuensi yang diberikan maka nilai absorb bunyi yang dihasilkan juga akan semakin besar. Pada saat ketebalan ditingkatkan hingga dua kali lipat maka kemampuan untuk mengabsorbsinya naik sebesar 5 dB , hal ini berlaku juga ketika frekuensi dinaikkan dua kali lipat. Partisi tunggal atau berlapis tanpa rongga, ketika mengabsorbsi bunyi berfrekuensi rendah (dibawah 125 Hz) dibutuhkan partisi yang tebal dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi. Hal itu disebabkan dengan bunyi frekuensi rendah yang selalu disertai getaran hebat, yang tidak mampu ditahan oleh partisi yang tipis. Sementara itu berkebalikan dengan frekuensi rendah pada frekuensi yang tinggi (di atas 4000 Hz) dibutuhkan partisi yang lebih tipis dengan modulus elastisitas yang rendah.

2.3.2 Partisi Berlapis

Bentuk dari partisi berlapis hampir sama dengan partisi tunggal, namun yang membedakannya yaitu partisi ini memiliki rongga. Jika ditinjau dari hasil insulasi yang didapatkan partisi ini mempunyai kemampuan insulasi bunyi yang lebih besar dari partisi tunggal tanpa rongga udara. Semakin tebal ukuran rongga maka kemampuan insulasinya juga akan semakin besar. Penempatan suatu material penyerap didalam rongga, misalnya *rockwool*, kemampuan insulasi bunyinya juga semakin besar. Hal ini dikarenakan penempatan pembatas berlapis dengan rongga udara akan meminimalkan terjadinya resonansi. Ketika lapisan pertama tidak mampu menahan resonansi, rongga udara diharapkan mampu meredamnya sehingga lapisan berikutnya

tidak ikut beresonansi. Gambar 2.3 merupakan sketsa susunan partisi yang dapat menambah kemampuan insulasi bunyi.



Gambar 2.3 Beberapa model partisi berlapis dengan rongga

Berdasarkan gambar 2.3, semakin tebal ukuran rongga maka kemampuan insulasinya juga akan semakin besar. Penempatan suatu material penyerap didalam rongga, misalnya *rockwool*, kemampuan insulasi bunyinya juga semakin besar. Hal ini dikarenakan penempatan pembatas berlapis dengan rongga udara akan meminimalkan terjadinya resonansi. Ketika lapisan pertama tidak mampu menahan resonansi, rongga udara diharapkan mampu meredamnya sehingga lapisan berikutnya tidak ikut beresonansi.

2.4 Koefisien Absorpsi Bunyi

Ketika bunyi berada dalam suatu ruangan, bunyi tersebut menjalar, menyebar ke segala arah dan menumbuk semua permukaan dan berbagai objek yang ada dalam ruang tersebut. Apabila bunyi tersebut menumbuk suatu permukaan yang lunak maka sebagian besar energi bunyi akan diabsorpsi dan sisanya akan direfleksikan. Kemampuan mengabsorpsi bunyi pada frekuensi tertentu oleh bahan dinyatakan dengan koefisien absorpsi, yang dilambangkan dengan α .

Koefisien absorpsi (α) suatu bahan adalah bagian dari energi bunyi datang yang diabsorpsi atau tidak direfleksikan oleh permukaan, yang secara matematis dapat ditulis sebagai:

$$\alpha = \frac{\text{Energi yang diserap}}{\text{Energi yang datang}} \quad (2.1)$$

Nilai α dapat berada antara 0 hingga 1. Jika suatu bahan memiliki nilai koefisien mendekati nol maka bahan tersebut merupakan bahan yang reflektif, sedangkan bahan yang memiliki koefisien absorpsi yang mendekati satu maka bahan tersebut sangat absorptif. Berikut adalah persamaan koefisien absorpsi menurut Sabine:

$$\alpha = 0.161 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \frac{V}{A} \quad (2.2)$$

2.5 Transmission Loss (TL)

Transmission Loss adalah kemampuan suatu partisi untuk mengurangi energi bunyi yang melalui suatu bahan. Adapun metode yang dipakai dalam pengujian *Transmission Loss (TL)* suatu bahan sebagai berikut:

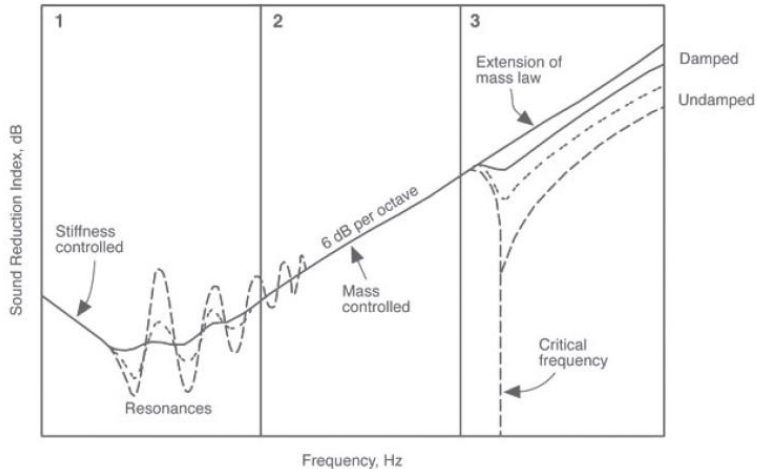
Jika gelombang yang mengenai pada bidang permukaan, maka ada beberapa energi yang dipantulkan dan diteruskan ke dalam bahan. Energi yang diteruskan pada material bahan yang mempunyai ketebalan $x=0$ hingga $x=d$. factor yang dinilai pada karakteristik suatu bahan akustik adalah nilai dari TL material akustik. Rugi transmisi bunyi karena energi yang hilang karena gelombang bunyi melewati suatu partisi. Oleh karena itu, untuk dapat mengisolasi bunyi dibutuhkan bahan yang memiliki TL yang tinggi. Dari gambar 2.3 koefisien transmisi bunyi (τ) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{\text{energi yang ditransmisikan}}{\text{energi bunyi yang datang}} \quad (2.3)$$

Besarnya nilai τ adalah range antara 0 dan 1. Sebagai contoh, bahan dengan $\tau = 0,2$ akan ditransmisikan 20% energy bunyi yang datang, dan 80% energy yang diserap oleh material akustik. Jika $\tau = 0$ maka tidak ada energy yang ditransmisikan, jika $\tau = 1$ maka seluruh energy bunyi datang akan ditransmisikan.

2.6 Hukum Massa terhadap Transmission Loss

Bahan atau material yang memiliki porositas yang tinggi pada dasarnya akan memiliki nilai TL yang rendah, meskipun nilai koefisien penyerapannya sangat tinggi. Seperti, jika udara dapat menembus atau melewati suatu bahan maka bunyi juga dapat melakukan hal yang sama. Jadi karena bahan penyerap berpori membiarkan udara melewatinya, maka itu pula yang terjadi dengan bunyi, sehingga bahan yang memiliki porositas yang tinggi merupakan insulator bunyi yang buruk. Gambar 2.4 menunjukkan grafik *Transmission Loss* terhadap frekuensi ketika melewati suatu bahan.

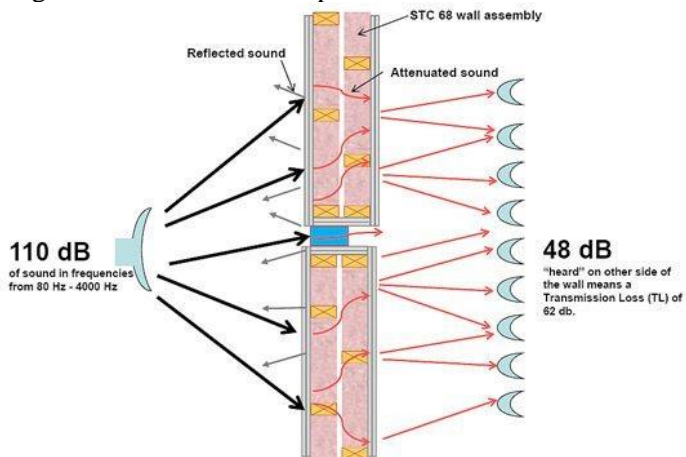


Gambar 2.4 Grafik *Transmission Loss* terhadap frekuensi

Berdasarkan pada gambar 2.4, Partisi yang memisahkan ruang sumber dari ruang penerima, sifat isolasinya terhadap frekuensi dapat dibagi menjadi 3 daerah seperti pada gambar 2.4

- Daerah 1, daerah dimana kekakuan partisi memegang peran dalam menentukan nilai TL dan didaerah ini terjadi resonansi
- Daerah 2, nilai TL dikendalikan oleh massa partisi, di daerah ini berlaku hukum massa yang mengatakan bahwa bila massa digandakan maka TL akan bertambah dengan 6 dB. Di daerah ini juga terjadi kenaikan 6 dB tiap penggandaan frekuensi atau dikenal dengan 6 dB/oktaf. Namun dalam realitasnya, penggandaan massa hanya menaikkan TL sebesar 5-6 dB.
- Daerah 3, di atas frekuensi yang dikenal sebagai frekuensi kritis, partisi kembali dikendalikan oleh kekakuannya.

Gambar 2.5 menggambarkan nilai suatu tekanan bunyi akan berkurang ketika melewati suatu partisi.



Gambar 2.5 Transmisi bunyi lewat partisi

Dari gambar 2.5 terlihat bahwa terjadinya pengurangan tingkat tekanan bunyi 110 dB menjadi 48 dB. Pengurangan ini terjadi karena bahan partisi mengubah energy bunyi menjadi

bentuk energy lainnya. Dengan adanya proses perubahan tersebut, maka yang tersaring dan keluar menjadi energy bunyi lagi hanya sebagian saja (Ansarullah, Ferdy. 2012). Hubungan antara koefisien transmisi dengan TL dinyatakan dalam satuan dB dapat dituliskan berikut:

$$TL = 10 \log \frac{1}{\tau} dB \quad (2.4)$$

Untuk mengetahui nilai TL pada bahan uji maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A_{rec}} \quad (2.5)$$

dengan: L_1 = SPL dalam ruang sumber
 L_2 = SPL dalam ruang penerima
 S = luas sampel bahan partisi (m^2)
 A_{rec} = total penyerapan suara pada ruang penerima (m^2 sabine) (Beranek.2006).

2.7 Sound Transmission Class (STC)

STC (*Sound Transmission Class*) merupakan bilangan tunggal yang digunakan untuk menilai suatu sistem akustik dengan menyertakan kemampuan mereduksi bising dari suatu konstruksi struktur material pada frekuensi yang berbeda-beda. Penentuan nilai STC ini telah ditetapkan dalam suatu harga standar yang mengacu pada standar ASTM E-413 "*Classification for Rating Sound Insulation*" (Irwan, Yusril.2013). Harga STC ditentukan secara grafis dengan cara membandingkan kurva rugi transmisi bunyi atau *Transmission Loss* (TL) dengan kurva standar STC. Semakin tinggi nilai TL maka semakin tinggi juga nilai STC, karena TL dengan STC benbanding lurus. Harga STC secara umum menunjukkan kondisi optimal dari sebuah partisi, karena didapatkan melalui pengukuran laboratorium.

Kurva perbandingan harga STC dapat ditentukan dengan mengikuti plot grafik kurva. Referensi kurva ini dilakukan dengan membuat pola garis dari setiap nilai yang telah terplot pada sumbu x dan sumbu y. Untuk mendapatkan data yang sesuai dengan pendekatan yang diinginkan maka menurut standar yang ditetapkan oleh ASTM terdapat dua persyaratan yang harus dipenuhi yaitu pertama, dari data TL pada setiap frekuensi

terhadap nilai TL referensi tersebut tidak lebih kecil dari -8 dB (harus > -8 dB), kedua adalah total dari selisih data TL pengukuran dengan nilai TL referensi yang bernilai negative tidak boleh lebih kecil dari -32 dB sedangkan selisih yang bernilai positif tidak perlu dijumlahkan (Doelle.1985).Tabel 2.1 merupakan kalsifikasi dari nilai STC (Indrawati.2015).

Tabel 2.1Klasifikasi nilai STC

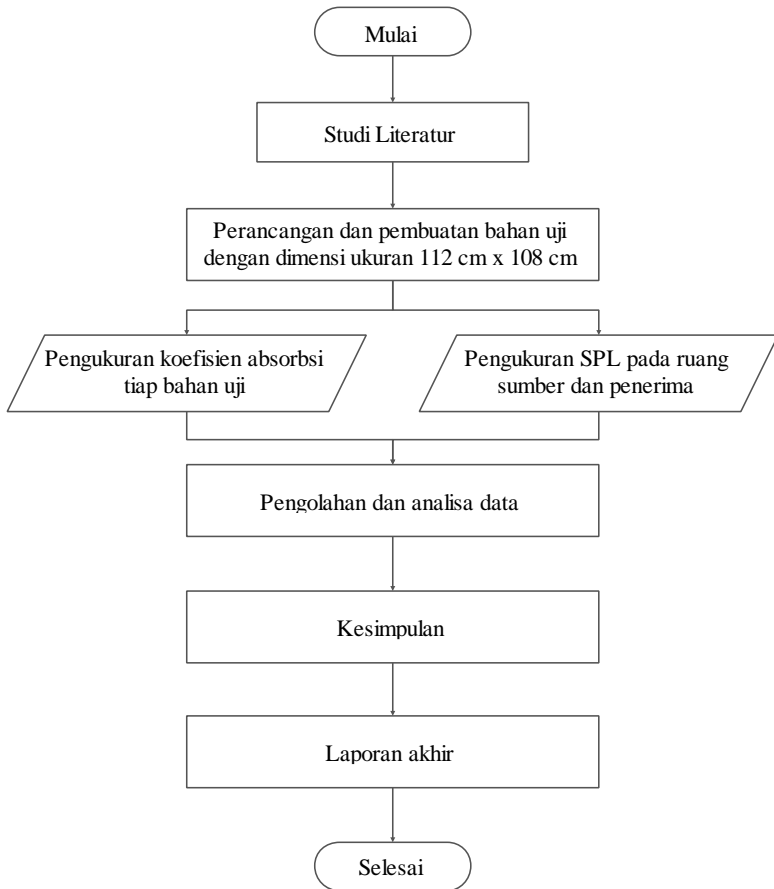
STC (dB)	Keterangan
50-60	Sangat bagus sekali; suara keras keras terdengar sangat lemah hampir tidak sama sekali
40 – 50	Sangat bagus; suara keras terdengar lemah
35 – 40	Bagus; suara keras terdengar namun harus lebih didengarkan lagi
30 – 35	Cukup;suara keras cukup terdengar
25 – 30	Buruk; suara normal jelas dan mudah didengarkan
20 – 25	Sangat jelek; suara pelan dapat terdengar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini tahapan-tahapan yang ada mengikuti diagram alir pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1Diagram alir penelitian

Berdasarkan pada gambar 3.1, maka langkah penelitian dapat dijelaskan pada subbab sebagai berikut;

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendukung proses pembuatan tugas akhir serta memahami arah dan alur penelitian yang dapat mendukung proses penelitian dari awal hingga penulisan laporan. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat menjadi acuan dalam melakukan analisis dan pembahasan. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi buku, artikel, jurnal ilmiah dan internet.

3.3 Pengukuran Koefisien Absorpsi

Dalam penelitian Tugas akhir ini untuk mengukur koefisien absorpsi (α) dilakukan didalam ruang *reverberation*. Pengukuran dilakukan dengan variasi frekuensi 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, dan 4000Hz. Bahan uji yang digunakan ada 6 macam yaitu bahan 1 adalah kalsiboard 3mm, bahan 2 adalah kardus 1 lembar, bahan 3 adalah kardus 2 lembar, bahan 4 adalah kardus 3 lembar, bahan 5 adalah kardus 4 lembar dan bahan 6 adalah kardus 5 lembar yang disusun secara bertumpuk. Gambar 3.2 menunjukkan bahan uji yang digunakan.



(a)



(b)

Gambar 3.2 Bahan uji: (a). Kalsiboard dan (b). Kardus

Adapun langkah-langkah dalam pengukuran koefisien absorpsi adalah sebagai berikut:

1. Merangkai peralatan seperti pada gambar 3.4

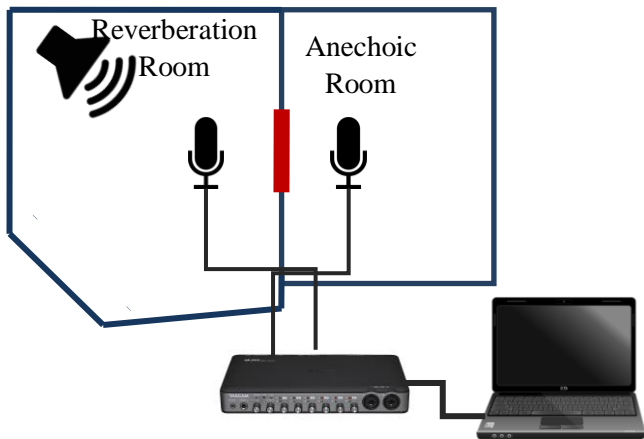


Gambar 3.3Rangkaian alat

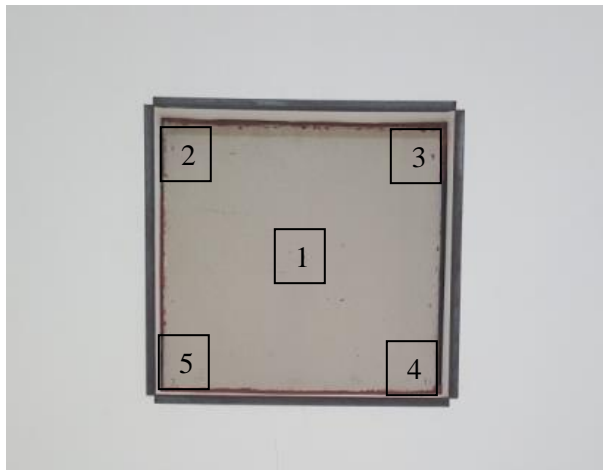
2. Mengukur waktu dengung ruang Reverberation.
3. Mengukur waktu dengung ruang Reverberation dengan masing-masing bahan uji.
4. Pengolahan data

3.4 Pengukuran Transmission Loss

Dalam penelitian Tugas Akhir ini untuk mengukur *transmission loss* (TL) dengan menggunakan metode ruang terisolasi. Pengukuran akan dilakukan dengan variasi frekuensi 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz dan 4000Hz. Mengukur daya isolasi bahan, maka perangkat keras yang telah disebutkan maka dirangkai seperti pada gambar 3.4 dan tabel 3.1 adalah bahan uji yang digunakan.

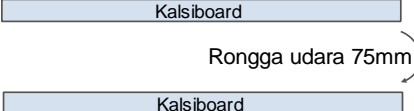
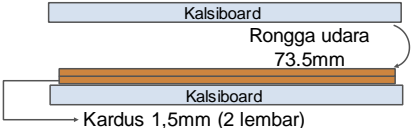
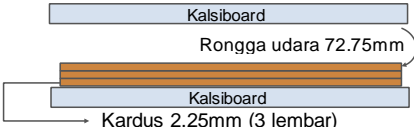
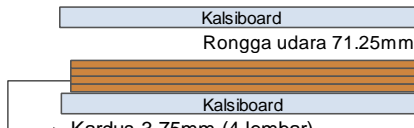
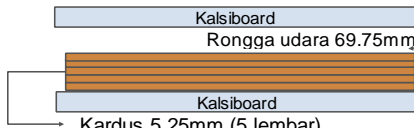


Gambar 3.4Skema alat pengukuran



Gambar 3.5Titik pengukuran *Transmission Loss*

Tabel 3.1 Bahan uji yang digunakan dalam pengukuran TL

Bahan	Gambar	keterangan
1		Double kalsiboard tanpa kardus
2		Double kalsiboard dengan kardus 2 lembar
3		Double Kalsiboard dengan kardus 3 lembar
4		Double kalsiboard dengan kardus 4 lembar
5		Double kalsiboard dengan kardus 5 lembar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Untuk memperoleh parameter akustik yang diinginkan, pengukuran dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Akustik Departemen Fisika ITS. agar diperoleh nilai akurasi yang lebih baik, pengukuran dilakukan pada malam, sehingga nilai background noise relatif kecil.

4.1.1. Hasil Pengukuran Koefisien Absorpsi (α)

Pengukuran koefisien absorpsi (α) dilakukan pada ruang reverberation. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh nilai RT. Tabel 4.1 merupakan nilai waktu dengung ruang hasil pengukuran.

Tabel 4.1 Waktu Dengung (RT) pada masing-masing bahan

Frekuensi (Hz)	RT per Bahan (dB)						
	Kosong	A	B	C	D	E	F
all	5.60	5.56	5.53	5.27	4.96	4.81	4.71
125	6.20	6.05	4.84	4.69	5.37	4.57	5.09
250	6.35	6.28	5.88	5.49	5.26	5.25	5.24
500	5.95	5.87	5.40	5.60	5.29	3.75	4.95
1000	5.67	5.52	5.40	6.11	5.52	5.80	4.97
2000	4.45	4.44	4.37	4.29	4.75	4.98	4.08
4000	3.41	3.39	3.38	3.41	3.39	3.27	3.24

Berdasarkan nilai RT pada tabel 4.1, maka dengan menggunakan persamaan 2.2, kemudian dihitung perubahan nilai koefisien absorpsi bahan pada ruangan. Sedangkan bahan Adalah

kalsiboard, bahan Badalah kardus 1 lembar, bahan Cadalah kardus 2 lembar, bahan Dadalah kardus 3 lembar, bahan Eadalah kardus 4 lembar dan bahan F adalah kardus 5 lembar.

4.1.2. Hasil Pengukuran *TL*

Untuk memperoleh nilai *TL*, maka dilakukan pengukuran perbedaan SPL untuk ruang sumber dan ruang penerima. Pada penelitian ini, ruang sumber adalah ruang dengung (*reverberation chamber*) dan ruang penerima adalah ruang *semi-anechoic*. Pada tabel 4.3 adalah hasil pengukuran SPL bahan di titik 1.

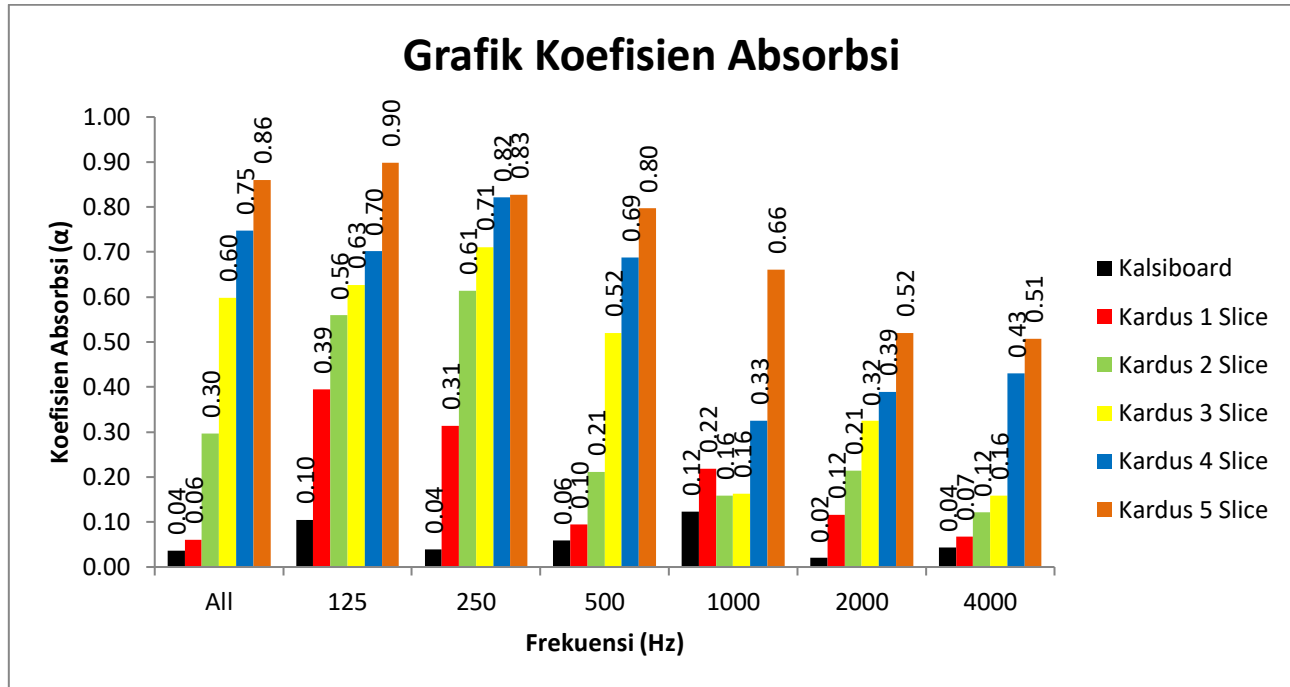
Tabel 4.2 Hasil pengukuran *Sound Presure Level (SPL)*

Bahan	SPL (dB)	SPL per Frekuensi (dB)				
		250 (Hz)	500(Hz)	1k (Hz)	2k (Hz)	4k (Hz)
1	SPLs	71.9±0.68	73.3±0.87	78.2±0.53	76.3±0.56	84.4±0.25
	SPLp	38.0±1.14	36.3±1.09	34.2±0.67	29.8±0.25	33.7±0.35
2	SPLs	76.3±1.11	79.0±1.01	82.3±0.70	80.2±0.43	88.9±0.24
	SPLp	45.3±1.58	41.1±0.89	46.3±1.0	40.1±0.49	39.4±0.36
3	SPLs	69.6±1.32	71.6±0.84	76.0±0.59	73.8±0.42	81.9±0.3
	SPLp	36.3±3.15	31.8±0.7	29.9±0.64	29.1±0.35	30.9±0.33
4	SPLs	71.9±0.68	73.3±0.87	78.2±0.53	76.3±0.56	84.4±0.25
	SPLp	38.0±1.14	36.3±1.09	34.2±0.67	29.8±0.25	33.7±0.35
5	SPLs	70.6±1.1	72.5±0.9	77.1±0.6	75.1±0.4	81.4±0.4
	SPLp	36.9±1.3	34.5±0.9	33.6±0.8	32.0±0.3	38.1±0.4

4.2 Pembahasan

4.2.1 Koefisien Absorbsi

Setelah didapatkan data pengukuran waktu dengung kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai koefisien absorpsi (α) pada masing-masing bahan uji, dengan menggunakan persamaan (2.2) hasilnya ditampilkan kedalam grafik yang ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Koefisien Absorpsi

Berdasarkan Gambar 4.1, kalsiboard merupakan bahan konstruksi bangunan yang sering digunakan sebagai partisi plafon, karena merupakan bahan yang cukup ringan. Kalsiboard tersusun dari campuran semen dan melalui proses Autoclave (proses pengeringandengan tekanan dan temperature tinggi). Sehingga dari proses pembuatan tersebut menghasilkan kalsiboard yang tidak terdapat banyak pori-pori. Karena sedikitnya pori-pori maka kalsiboard cenderung bersifat reflektif. Hal ini terlihat dari nilai koefisien absorpsi yang rendah, terlihat dari tabel 4.3 pada frekuensi 1000Hz koefisien absorpsi kalsiboard sebesar 0.12 sedangkan pada all frekuensi hanya 0.04. Sehingga dari hasil koefisien absorpsi dapat disimpulkan bahwa kalsiboard hanya mampu menyerap bunyi sebesar 1% dan 99% bunyi akan dipantulkan kembali.

Sedangkan dari hasil perhitungan koefisien absorpsi kardus yang telah dilakukan terlihat dari tabel 4.4 bahwa kardus memiliki nilai α yang lebih tinggi dari kalsiboard. Pada bahan B yaitu kardus 1 lembar memiliki nilai koefisien absorpsi hampir disemua frekuensi <0.3 yang artinya bahan A masih cenderung reflektif. Namun pada frekuensi 125 Hz nilai koefisien absorpsi yang dihasilkan sebesar 0.39, yang artinya hanya 39% bunyi yang dapat diserap dan 61% bunyi dipantulkan. Bahan C, ketebalan kardus ditambah yaitu dengan cara penambahan lembarankardus menjadi 2 lembar. Koefisien absorpsi yang dihasilkan lebih besar dari bahan 2, hal ini terlihat pada tabel 4.4 bahwa pada frekuensi 250 Hz nilai α sebesar 0.61. Pada bahan D ketebalan kardus ditambah lagi menjadi 3 lembar menghasilkan α 0.82 pada frekuensi 250 Hz. Bahan E memiliki nilai α sebesar 0.82 pada frekuensi 250 Hz dan bahan F memiliki α sebesar 0.90 pada frekuensi 125 Hz. Jadi pada bahan C sifat kardus berubah dari reflektif menjadi absorbtif karena memiliki nilai $\alpha > 0.3$.

Namun jika dilihat pada frekuensi tinggi α yang dihasilkan nilainya lebih kecil dari pada frekuensi rendah. Hal ini dikarenakan kardus memiliki porositas atau rongga yang mampu meredam atau menyerap bunyi. Kardus mampu menyerap suara dengan baik pada frekuensi rendah sedangkan pada frekuensi

tinggi cenderung bersifat reflektif. Hal ini sesuai dengan teori bahwa bila porositas bahan material tinggi, maka dapat menyerap bunyi berfrekuensi tinggi sedangkan bila material berbentuk lembaran atau papan tipis yang sedikit memiliki permukaan berpori maka material dapat menyerap bunyi pada frekuensi rendah. Dapat diketahui dari gambar 4.1 bahwa pada frekuensi 125 Hz kardus memiliki nilai koefisien absorpsi yang tinggi, sedangkan pada frekuensi 4000 Hz nilai α semakin kecil. Hal itu berlaku untuk semua variasi kardus.

Dalam penelitian ini variasi kardus yang digunakan adalah penambahan lembaran. Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan lembaran maka koefisien absorpsi juga akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin tebal material maka nilai koefisien absorpsinya juga semakin tinggi.

4.2.2 Transmission Loss

Setelah didapatkan nilai SPL_{sumber} dan SPL_{penerima} , untuk mengetahui nilai *transmissionloss* (TL) pada masing-masing bahan uji dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.5. Pada tabel 4.4 adalah hasil perhitungan *transmissionloss* pada masing-masing bahan.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan *Transmission Loss*

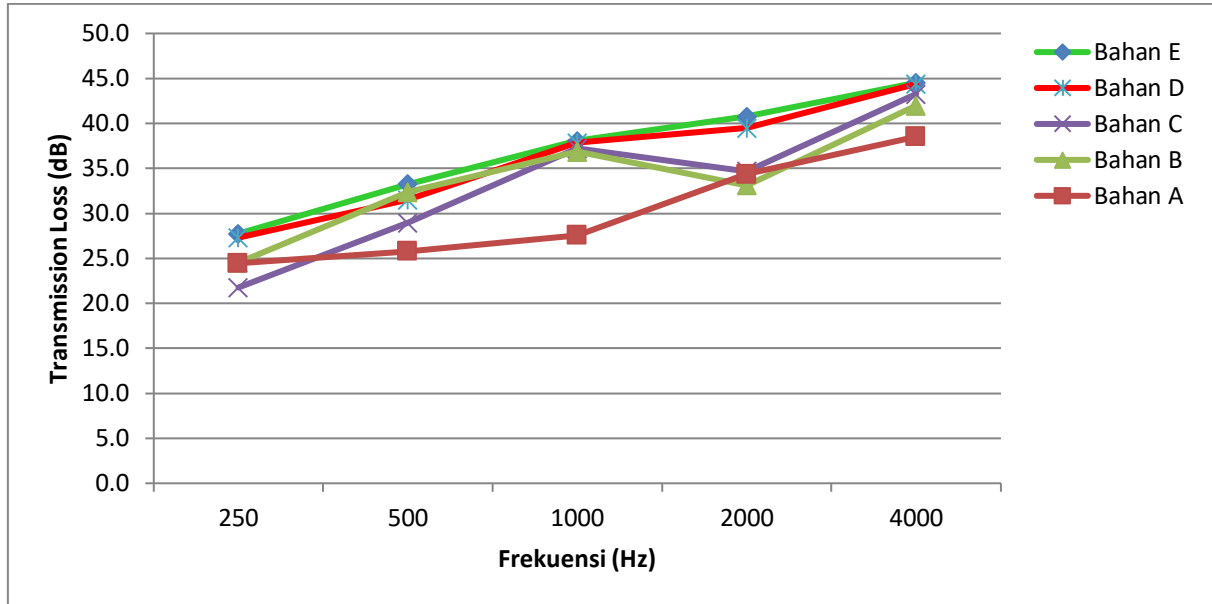
Frekuensi (Hz)	Bahan				
	A	B	C	D	E
all	14.5	18.5	20.2	25.3	28.0
125	0.1	1.1	2.0	3.8	9.4
250	24.5	24.5	21.8	27.3	27.8
500	25.8	32.4	28.9	31.5	33.3
1000	27.6	36.9	37.2	37.9	38.1
2000	34.4	33.1	34.7	39.5	40.8
4000	38.5	42.0	43.3	44.4	44.5

Berdasarkan tabel 4.4, pada bahan Ayaitu kalsiboard yang *didouble* disusun berlapis dengan rongga menunjukkan hasil yang TL yang cukup rendah yaitu pada frekuensi 1000Hz sebesar 27.8 dB. Kemudian pada bahan Bketika didalamnya ditambah dengan

material kardus(kalsiboard-kardus 2 lembar- kalsiboard) dengan rongga menunjukkan TL sebesar 36.9 dB pada frekuensi 1000 Hz, sehingga dari bahan A dan bahan B terjadi kenaikan nilai *Transmission Loss*. Bahan C ketika diberi penambahan kardus menjadi 3 lembar nilai TL yang dihasilkan sebesar 37.2 dB. Kemudian pada bahan D dengan penambahan kardus 4 lembar nilai TL menjadi 37.9 dB dan bahan E dengan penambahan kardus 5 lembar memiliki nilai TL sebesar 38.1 dB.

Peningkatan TL terjadi karena pada bahan B ditambahkan dengan material penyerap(dalam penelitian ini adalah kardus). Karena kalsiboard yang bersifat reflektif (bunyi yang datang akan dipantulkan kembali oleh bahan) jika diterapkan pada ruangan khusus seperti studio, ruang seminar, laboratorium dll akan menimbulkan rasa yang tidak nyaman didalamnya. Sehingga diperlukan bahan atau material yang memiliki koefisien absorpsi bunyi yang lebih besar dari kalsiboard. Ketika didalamnya diberi 2 lembar kardus yang memiliki nilai absorpsi lebih tinggi dari kalsiboard mampu memberikan peningkatan nilai TL. Hal ini juga berlaku untuk bahan C, D dan E ketika bahan pengisinya ditambah maka akan menambah nilai *transmission loss*.

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa bahan uji pada frekuensi 250 Hz performa partisi dapat bekerja namun belum optimum. Kinerja dari bahan uji dapat dilihat pada gambar 4.2 yang menunjukkan grafik antara nilai *Transmission Loss* dengan frekuensi. Semakin tinggi frekuensi kurva juga semakin keatas, hal ini berarti bahan uji efektif dalam menginsulasi bunyi pada frekuensi tinggi.



Gambar 4.2 Grafik *Transmission Loss*

Jika dilihat dari gambar 4.2 bahan Adan Bterlihat memiliki pola yang hampir sama. Namun grafik bahan Blebih besar dari bahan 1, hal ini menunjukkan bahwa ketika partisi di dalamnya ditambah kardus akan menaikkan nilai *transmissionloss*.

4.2.3 Flanking Transmission

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2, bahwa bunyi dapat menembus suatu bahan jika terdapat lubang. Maka dari itu pengukuran TL ini dilakukan dengan 5 titik, hal itu bertujuan untuk mengetahui terjadinya *flankingtransmission* (transmisi sisi) atau tidak pada saat pengukuran TL.Pada tabel 4.4dapat dilihat bahwa selisih antara titik 1 dan titik yang lainnya tidak melebihi 10 dB.Hal ini berarti ketika pengukuran TL terjadi flanking transmission namun sangat kecil.

Tabel 4.4. *Noise Reduction*

Frekuensi (Hz)	Noise Reduction pada Titik (dB)				
	1	2	3	4	5
125	13.202	16.862	16.862	16.373	14.4
250	33.713	34.285	34.285	32.767	32.665
500	38.023	39.371	39.371	36.713	38.02
1000	43.459	45.334	45.334	44.032	43.425
2000	43.08	45.444	45.444	44.171	44.367
4000	43.332	49.715	49.715	44.917	47.019

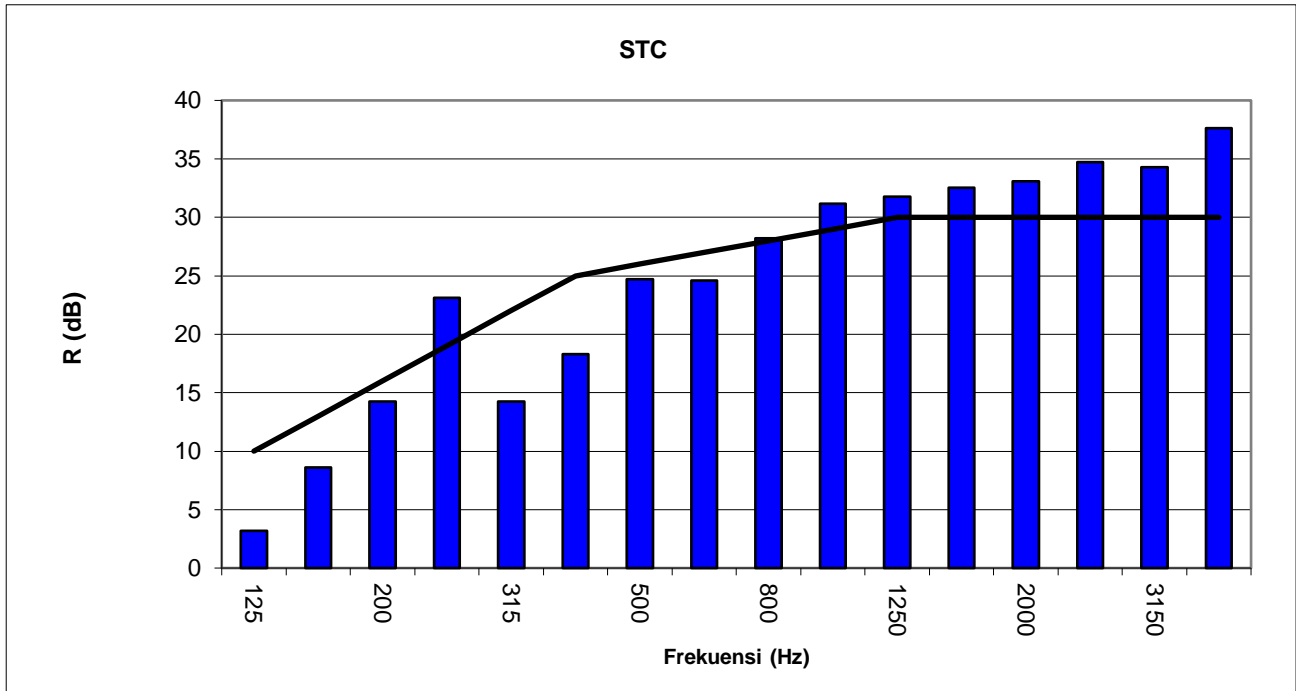
4.2.4 Pengaruh antara TL dengan STC

Nilai transmission loss digunakan untuk mendapatkan nilai STC (sound Transmission Loss).STC merupakan rugi bunyi transmisi suara pada bahan yang telah dibuat.Agar memudahkan dalam menentukan besaran nilainya maka dibutuhkan nilai tunggal yaitu STC.Dalam mendapatkan nilai STC pada setiap bahan uji, maka dibuat sebuah plot grafik hasil

pengukuran TL dibandingkan dengan kurva STC standart, kemudian dicari kurva STC paling mendekati.

Tabel 4.5Perhitungan STC pada bahan A

STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
26	125	3.17	-16	10.00	7.00
26	160	8.59	-13	13.00	4.00
26	200	14.26	-10	16.00	2.00
26	250	23.11	-7	19.00	0.00
26	315	14.23	-4	22.00	8.00
26	400	18.29	-1	25.00	7.00
26	500	24.70	0	26.00	1.00
26	630	24.57	1	27.00	2.00
26	800	28.23	2	28.00	0.00
26	1000	31.19	3	29.00	0.00
26	1250	31.77	4	30.00	0.00
26	1600	32.53	4	30.00	0.00
26	2000	33.09	4	30.00	0.00
26	2500	34.73	4	30.00	0.00
26	3150	34.31	4	30.00	0.00
26	4000	37.61	4	30.00	0.00
Total					31



Gambar 4.3Kontur STC-26 pada Bahan A

Tabel 4.6 Nilai STC tiap Bahan

Bahan	Struktur	STC (dB)
A	Kasiboard-Kalsiboard	26
B	Kalsiboard-Kardus 2 Lembar-Kalsiboard	31
C	Kalsiboard-Kardus 3 Lembar-Kalsiboard	32
D	Kalsiboard-Kardus 4 Lembar-Kalsiboard	34
E	Kalsiboard-Kardus 5 Lembar-Kalsiboard	37

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kontur yang menunjukkan standart kontur STC adalah grafik garis, sedangkan grafik garis menunjukkan nilai TL. Dari gambar 4.3 pada bahan A(kalsiboard-kalsiboard) dapat diketahui bahwa garis antara dua kurva yaitu kurva Transmission Loss berhimpit pada kurva standart STC dengan nilai 26 dB. Dari hasil perbandingan didapatkan selisih TL dengan STC-26 sebesar 8 dB dan total selisih dari TL terhadap nilai STC-26 sebesar 31 dB. Sehingga perbandingan ini sesuai dengan teori bahwa total selisih antara TL dengan STC tidak lebih dari 32 dB dan selisih TL dengan STC tiap frekuensi tidak lebih dari 8 dB.

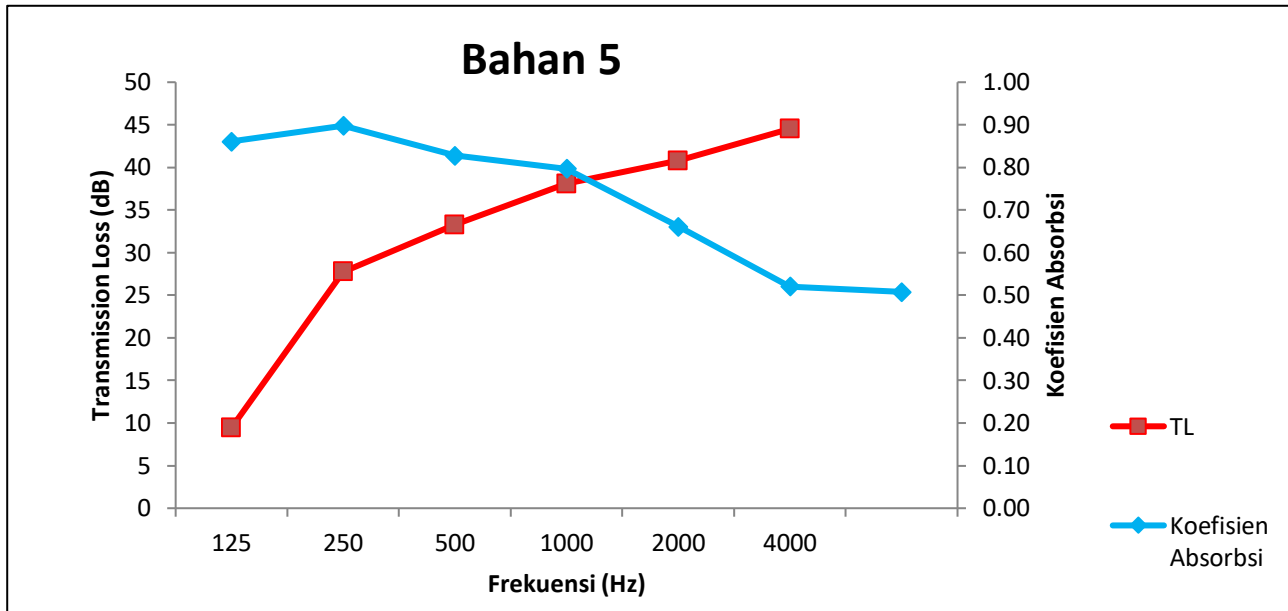
Bahan B(kalsiboard-kardus 2 lembar-kalsiboard) memiliki nilai STC 31 dB, bahan C(kalsiboard-kardus 3 lembar-kalsiboard) memiliki nilai STC 32 dB dan bahan D(kalsiboard-kardus 4 lembar-kalsiboard) memiliki nilai STC 34 dB. Pada bahan E(kalsiboard-kardus 5 lembar-kalsiboard) memiliki nilai STC paling besar yaitu 37 dB. Nilai ini termasuk rentang nilai STC 35-40 yang menunjukkan kategori bagus yaitu suara keras terdengar tetapi harus lebih didengarkan (Indrawati.2015). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan lembaran kardus juga mampu menaikkan nilai STC, karena TL dengan STC berbanding lurus.

4.2.5 Hubungan α Kardus terhadap nilai *Transmission Loss*

Pada penelitian ini, kardus memiliki koefisien absorpsi yang cukup bagus. Sehingga ketika kardus dikenai oleh suatu bunyi maka akan diloloskan ke sisi yang lainnya, oleh karena itu nilai transmisinya juga besar. Gambar 4.4 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai koefisien absorpsi dengan nilai *transmission loss* pada bahan E dengan kardus 5 lembar.

Pada frekuensi 125 Hz kardus memiliki nilai absorpsi paling tinggi yaitu sebesar 0.9, namun ketika ditambahkan kedalam partisi maka nilai *Transmission Loss* paling rendah. Hal itu disebabkan oleh nilai koefisien absorpsi kardus 5 lembar pada frekuensi 125 Hz mampu menyerap bunyi hingga 90%. Sehingga bunyi banyak diloloskan pada frekuensi 125 Hz dan menyebabkan nilai *Transmission Loss* rendah.

Pada frekuensi 4000 Hz koefisien absorpsi kardus 5 lembar sebesar 0.5 yang artinya bunyi dapat diserap oleh kardus hingga 50%. Sehingga nilai *Transmission Loss* pada frekuensi 4000 Hz menjadi tinggi. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini dengan partisi yang digunakan, hubungan antara nilai koefisien absorpsi dengan *transmission loss* berbanding terbalik.



Gambar 4.4 Hubungan α dengan *Transmission Loss*

4.2.6 Hubungan Massa dengan nilai *Transmission Loss*

Pada subbab 2.6 telah dijelaskan tentang hukum massa terhadap nilai rugi bunyi atau *transmission loss*. Pada penelitian ini digunakan partisi yang berlapis sehingga sangat penting untuk mengetahui pengaruh penambahan massa terhadap nilai *transmission loss*. Dapat dilihat pada tabel 4.7 nilai *transmission loss* yang didapatkan.

Tabel 4.7 Penambahan Massa terhadap nilai TL

Frekuensi (Hz)	<i>Transmission Loss</i> (TL)	
	Kalsiboard 1 lembar	Kasiboard 2 lembar
125	1.3	3.7
250	9.8	13.8
500	10.6	14.5
1000	16.8	20.3
2000	18	23.7
4000	19.3	24.5

Dari tabel 4.7 terlihat bahwa penambahan massa kalsiboard berpengaruh terhadap nilai *transmission loss*. Ketika massa kalsiboard ditambah menjadi 2 kali dari sebelumnya sehingga nilai TL menjadi bertambah sebesar ± 5 dB. Hal ini sesuai dengan hukum massa terhadap nilai *transmission loss* jika massa digandakan menjadi 2 kali dari sebelumnya maka nilai *transmission loss* bertambah 5-6 dB dari sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dari penelitian “Pemanfaatan Material Kardus Sebagai Bahan Pengisi Panel Sandwich pada Plafon” maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari penambahan lapisan material kardus dapat menambah nilai α di semua frekuensi. Dari perhitungan nilai α kardus yang dilakukan, kardus sangat efektif dalam menyerap bunyi hingga 90 % pada frekuensi 125 Hz .Penambahan lapisan kardus sebagai pengisi yang terdapat diantara dua kalsiboard mampu menaikkan nilai TL dan STC.Pada bahan Eketika mempunyai nilai STC paling besar yaitu 37 dB.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan uji kuat material bahan pada masing-masing bahan uji. Hal ini dikarenakan untuk menguji ketahanan dan kekuatan dari bahan agar tidak rapuh.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan material absorber yang berbeda selain kardus.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Annasrullah, Ferdy. "Pembuatan alat ukur daya isolasi bahan". 2012. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Balaka, Ridway dkk. "Analisa Mampu Redam Suara pada Material Komposit Kalsiboard dan Gypsum". 2016. Universitas Halu Oleo: Kendari
- Doelle, Leslie L. "*Akustik Lingkungan*". 1985. Erlangga: Jakarta.
- Egan, M. David. 1988. "*Architectural Acoustics Classics*". J. Ross Pub: USA
- Ikhsan, Khairatul. "Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Material Berongga Plafon PVC Menggunakan Metode Tabung Impedansi". 2016. Universitas Andalas: Padang
- Mediastika, Christina. "Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan". 2009. Andi: Yogyakarta
- Russell, Daniel A. "Absorption Coefficient and Impedance". Science and Mathematics Departement, Kettering University: Flint MI 48504
- Suptandar, J. Pamudji. "Faktor Akustik dalam Perancangan Desain Interior". 2004. Djambatan: Jakarta.
- Sriwigiyatno, Ketut. "Analisis Pengaruh Kolon Udara Terhadap Nilai Koefisien Serapan Bunyi Pada Dinding Partisi Menggunakan Metode Tabung Impedansi Dua Mikrofon". 2006. Universitas Sebelas Maret: Surakarta

Windasari, Rizki. "Pembuatan dan Karakterisasi Plafon dari Serbuk Ampas Tebu dengan Perekat Poliester. 2013. Universitas Sumatera Utara: Medan

LAMPIRAN A

HASIL PERHITUNGAN α

Tabel A.1. Hasil Perhitungan α Bahan 1 (kalsiboard)

Frekuensi (Hz)	T1(s)	T2(s)	$\frac{1}{T1}$	$\frac{1}{T2}$	$\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1}$	koef	v/a	α
all	5.604	5.559	0.178	0.180	0.001	0.16	155.6	0.04
125	6.204	6.046	0.161	0.165	0.004	0.16	155.6	0.10
250	6.345	6.282	0.158	0.159	0.002	0.16	155.6	0.04
500	5.948	5.865	0.168	0.171	0.002	0.16	155.6	0.06
1000	5.672	5.517	0.176	0.181	0.005	0.16	155.6	0.12
2000	4.452	4.436	0.225	0.225	0.001	0.16	155.6	0.02
4000	3.407	3.387	0.294	0.295	0.002	0.16	155.6	0.04

Tabel A.2. Hasil Perhitungan α Bahan 2 (kardus 1lembar)

Frekuensi (Hz)	T1(s)	T2(s)	$\frac{1}{T1}$	$\frac{1}{T2}$	$\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1}$	koef.	v/a	α
all	5.604	5.528	0.178	0.181	0.002	0.16	155.6	0.06

125	5.244	4.842	0.191	0.207	0.016	0.16	155.6	0.39
250	6.345	5.875	0.158	0.170	0.013	0.16	155.6	0.31
500	5.514	5.4	0.181	0.185	0.004	0.16	155.6	0.10
1000	5.672	5.403	0.176	0.185	0.009	0.16	155.6	0.22
2000	4.458	4.367	0.224	0.229	0.005	0.16	155.6	0.12
4000	3.407	3.376	0.294	0.296	0.003	0.16	155.6	0.07

Tabel A.3. Hasil Perhitungan α Bahan 3 (kardus 2 lembar)

Frekuensi (Hz)	T1(s)	T2(s)	$\frac{1}{T1}$	$\frac{1}{T2}$	$\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1}$	koef	v/a	α
All	5.626	5.272	0.178	0.190	0.012	0.16	155.6	0.30
125	5.244	4.691	0.191	0.213	0.022	0.16	155.6	0.56
250	6.345	5.487	0.158	0.182	0.025	0.16	155.6	0.61
500	5.875	5.596	0.170	0.179	0.008	0.16	155.6	0.21
1000	6.355	6.108	0.157	0.164	0.006	0.16	155.6	0.16
2000	4.452	4.288	0.225	0.233	0.009	0.16	155.6	0.21
4000	3.467	3.409	0.288	0.293	0.005	0.16	155.6	0.12

Tabel A.4. Hasil Perhitungan α Bahan 2 (kardus 3 lembar)

Frekuensi (Hz)	T1(s)	T2(s)	$\frac{1}{T_1}$	$\frac{1}{T_2}$	$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$	koef	v/a	α
All	5.626	4.956	0.178	0.202	0.024	0.16	155.6	0.60
125	6.204	5.366	0.161	0.186	0.025	0.16	155.6	0.63
250	6.194	5.263	0.161	0.190	0.029	0.16	155.6	0.71
500	5.948	5.29	0.168	0.189	0.021	0.16	155.6	0.52
1000	5.729	5.522	0.175	0.181	0.007	0.16	155.6	0.16
2000	5.068	4.754	0.197	0.210	0.013	0.16	155.6	0.32
4000	3.467	3.392	0.288	0.295	0.006	0.16	155.6	0.16

Tabel A.5. Hasil Perhitungan α Bahan 2 (kardus 4 lembar)

Frekuensi (Hz)	T1(s)	T2(s)	$\frac{1}{T_1}$	$\frac{1}{T_2}$	$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$	koef	v/a	α
All	5.626	4.813	0.178	0.208	0.030	0.16	155.6	0.75
125	5.244	4.569	0.191	0.219	0.028	0.16	155.6	0.70
250	6.345	5.246	0.158	0.191	0.033	0.16	155.6	0.82

500	4.181	3.748	0.239	0.267	0.028	0.16	155.6	0.69
1000	6.27	5.795	0.159	0.173	0.013	0.16	155.6	0.33
2000	5.398	4.978	0.185	0.201	0.016	0.16	155.6	0.39
4000	3.467	3.271	0.288	0.306	0.017	0.16	155.6	0.43

Tabel A 6. Hasil Perhitungan α Bahan 2 (kardus 5 lembar)

Frekuensi (Hz)	T1	T2	$\frac{1}{T1}$	$\frac{1}{T2}$	$\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1}$	koef	v/a	α
All	5.626	4.71	0.178	0.212	0.035	0.16	155.6	0.86
125	6.227	5.085	0.161	0.197	0.036	0.16	155.6	0.90
250	6.345	5.24	0.158	0.191	0.033	0.16	155.6	0.83
500	5.875	4.945	0.170	0.202	0.032	0.16	155.6	0.80
1000	5.729	4.973	0.175	0.201	0.027	0.16	155.6	0.66
2000	4.458	4.078	0.224	0.245	0.021	0.16	155.6	0.52
4000	3.467	3.238	0.288	0.309	0.020	0.16	155.6	0.51

LAMPIRAN B

HASIL PENGUKURAN TRANSMISSION LOSS (TL)

Tabel B.1 Hasil Pengukuran SPL Bahan 1

Frekuensi (Hz)	SPL (dB)	Titik				
		1	2	3	4	5
ALL	SPLs	90.5±0.16	61.7±0.45	91.1±0.12	90.7±0.16	90.7±0.16
	SPLp	59.4±0.65	47.9±0.90	58.8±0.65	60.3±0.64	60.3±0.64
100	SPLs	65.4±0.57	63.9±2.06	61.4±0.52	62.3±0.47	62.4±0.47
	SPLp	51.4±0.80	52.8±2.03	52.3±0.41	55.8±0.29	55.8±0.29
125	SPLs	60.7±1.16	72.3±1.16	63.5±2.28	63.3±2.87	63.3±2.87
	SPLp	54.0±1.63	51.1±1.52	52.5±1.84	53.6±2.04	53.6±2.04
160	SPLs	74.4±204	72.7±1.79	72.1±1.69	71.9±0.93	71.9±0.93
	SPLp	54.0±1.58	50.7±1.34	50.1±1.76	51.1±2.11	51.1±2.11
200	SPLs	73.9±1.70	70.5±1.46	73.5±0.96	73.2±1.36	73.2±1.36
	SPLp	47.8±0.70	42.9±1.36	51.5±1.45	51.6±1.24	51.6±1.24
250	SPLs	71.6±1.09	73.3±1.30	70.7±1.39	70.7±1.11	70.7±1.11
	SPLp	36.7±1.74	40.1±1.65	41.3±1.71	43.2±1.28	43.2±1.28

315	SPLs	69.9±1.41	72.9±0.79	70.7±1.43	71.1±0.78	71.1±0.78
	SPLp	43.9±1.46	35.3±1.04	38.5±1.25	38.9±1.84	38.9±1.84
400	SPLs	72.9±0.93	73.5±1.26	72.6±1.10	72.8±0.75	72.8±0.75
	SPLp	42.8±0.97	36.7±0.61	33.6±0.76	37.5±1.06	37.5±1.06
500	SPLs	73.1±1.22	73.2±1.15	73.2±1.01	73.1±1.39	73.1±1.39
	SPLp	36.6±0.92	33.9±0.89	38.0±1.73	38.5±1.46	38.5±1.46
630	SPLs	73.3±0.83	72.9±0.62	73.6±0.91	73.3±0.65	73.3±0.65
	SPLp	36.9±1.60	29.3±0.65	32.3±0.69	35.4±1.01	35.4±1.01
800	SPLs	72.9±0.91	76.1±0.51	72.7±0.38	73.9±0.88	73.9±0.88
	SPLp	32.8±0.89	31.9±0.41	29.4±0.58	30.3±0.72	30.3±0.72
1000	SPLs	77.0±0.72	78.0±0.63	76.3±0.86	76.7±0.74	76.7±0.74
	SPLp	34.0±0.74	33.0±0.65	32.5±0.70	32.9±0.75	32.9±0.75
1250	SPLs	78.1±0.59	77.0±0.54	78.4±0.73	77.9±0.73	77.9±0.73
	SPLp	34.5±0.60	30.6±0.43	31.7±0.75	32.0±0.52	32.0±0.52
1600	SPLs	76.9±0.50	75.5±0.51	77.0±0.51	77.7±0.58	77.7±0.58
	SPLp	32.6±0.52	29.5±0.27	30.1±0.41	31.1±0.37	31.1±0.37
2000	SPLs	75.3±0.64	77.6±0.40	75.7±0.47	75.7±0.44	75.7±0.44
	SPLp	30.3±0.48	29.0±0.47	28.7±0.48	29.5±0.30	29.4±0.30

2500	SPLs	77.9±0.52	78.4±0.35	77.9±0.37	78.0±0.30	78.0±0.30
	SPLp	31.3±0.31	30.4±0.40	28.9±0.40	30.0±0.48	30.0±0.48
3150	SPLs	78.0±0.31	84.0±0.33	78.4±0.40	78.5±0.50	78.5±0.50
	SPLp	31.9±0.29	32.9±0.36	29.8±0.27	30.3±0.25	30.3±0.25
4000	SPLs	83.4±0.36	79.6±0.24	83.8±0.39	83.4±0.29	83.4±0.29
	SPLp	34.0±0.26	29.4±0.22	31.0±0.23	33.5±0.27	33.5±0.27
5000	SPLs	79.7±0.30	77.1±0.35	79.8±0.32	80.2±0.35	80.2±0.35
	SPLp	30.7±0.26	29.7±0.26	29.3±0.33	29.8±0.22	29.8±0.22
6300	SPLs	77.3±0.24	79.7±0.28	77.9±0.23	77.8±0.29	77.8±0.29
	SPLp	30.7±0.27	31.2±0.12	29.9±0.25	30.2±0.27	30.2±0.27
8000	SPLs	79.4±0.19	81.1±0.30	80.9±0.29	79.9±0.24	79.9±0.24
	SPLp	32.7±0.23	31.9±0.25	30.9±0.21	31.8±0.27	31.8±0.27
10000	SPLs	81.6±0.29	75.5±0.51	83.0±0.19	81.6±0.18	81.6±0.18
	SPLp	33.0±0.16	29.5±0.27	31.7±0.16	32.3±0.19	32.3±0.19

Tabel B.2 Hasil Pengukuran SPL Bahan 2

Frekuensi (Hz)	SPL (dB)	Titik				
		1	2	3	4	5
ALL	SPLs	95.9±0.07	95.9±0.07	95.9±0.07	96.0±0.06	96.0±0.06
	SPLp	64.2±1.22	64.2±1.22	64.2±1.22	64.2±0.52	64.2±0.52
100	SPLs	67.3±0.75	67.3±0.75	67.3±0.75	61.3±1.44	61.3±1.44
	SPLp	50.7±1.55	50.7±1.55	50.7±1.55	53.7±0.62	53.7±0.62
125	SPLs	66.9±1.41	66.9±1.41	66.9±1.41	68.5±1.47	68.4±1.47
	SPLp	59.5±1.82	59.5±1.82	59.5±1.82	56.3±1.37	56.3±1.37
160	SPLs	77.0±1.49	77.0±1.49	77.0±1.49	76.6±1.42	76.6±1.42
	SPLp	58.9±1.96	58.9±1.96	58.9±1.96	58.6±1.28	58.6±1.28
200	SPLs	78.5±1.18	78.5±1.18	78.5±1.18	78.5±1.46	78.5±1.46
	SPLp	54.6±1.51	54.6±1.51	54.6±1.51	58.3±1.49	58.3±1.49
250	SPLs	76.3±1.11	76.4±1.11	76.4±1.11	76.5±1.22	76.5±1.22
	SPLp	45.3±1.58	45.3±1.58	45.3±1.58	51.0±1.40	51.0±1.40
315	SPLs	75.8±0.80	75.8±0.80	75.8±0.80	76.0±1.45	76.0±1.45
	SPLp	49.7±0.99	49.7±1.99	49.7±1.99	46.2±1.49	46.2±1.49
400	SPLs	77.9±0.92	77.9±0.92	77.9±0.92	77.7±0.85	77.7±0.85

	SPLp	47.8±1.20	47.8±1.20	47.8±1.20	45.7±1.22	45.6±1.22
500	SPLs	79.0±1.01	79.0±1.01	79.0±1.01	77.3±0.74	77.3±0.74
	SPLp	41.1±0.89	41.2±0.89	41.1±0.89	45.8±1.08	45.8±1.08
630	SPLs	77.9±0.77	77.9±0.77	77.9±0.77	78.7±0.61	78.7±0.61
	SPLp	44.7±0.91	44.7±0.91	44.7±0.91	44.5±1.10	44.5±1.10
800	SPLs	77.7±0.61	77.7±0.61	77.7±0.61	78.4±0.82	78.4±0.82
	SPLp	41.5±0.65	41.5±0.65	41.5±0.65	41.0±0.72	41.0±0.72
1000	SPLs	82.3±0.70	82.3±0.70	82.3±0.70	82.8±0.66	82.9±0.66
	SPLp	46.3±1.0	46.3±1.00	46.3±1.0	43.9±0.70	44.0±0.70
1250	SPLs	83.7±0.52	83.7±0.52	83.7±0.52	83.7±0.37	83.7±0.37
	SPLp	44.7±0.41	44.7±0.41	44.7±0.41	43.6±0.53	43.6±0.53
1600	SPLs	82.7±0.46	82.7±0.46	82.7±0.46	82.2±0.50	82.2±0.50
	SPLp	42.5±0.44	42.5±0.44	42.5±0.44	40.7±0.43	40.7±0.43
2000	SPLs	80.2±0.43	80.2±0.43	80.2±0.43	80.5±0.63	80.5±0.63
	SPLp	40.1±0.49	40.1±0.49	40.1±0.49	37.9±0.52	37.9±0.52
2500	SPLs	82.4±0.51	82.4±0.51	82.4±0.51	82.9±0.61	82.9±0.61
	SPLp	38.7±0.42	38.7±0.42	38.7±0.42	37.1±0.54	37.1±0.54
3150	SPLs	83.8±0.39	83.8±0.39	83.8±0.39	83.7±0.29	83.7±0.29

	SPLp	37.1±0.24	37.1±0.24	37.1±0.24	35.7±0.38	35.7±0.38
4000	SPLs	88.9±0.24	88.9±0.24	88.9±0.24	89.4±0.29	89.4±0.29
	SPLp	39.4±0.36	39.4±0.36	39.4±0.36	38.9±0.30	38.9±0.30
5000	SPLs	85.4±0.33	85.4±0.33	85.4±0.33	85.6±0.23	85.6±0.23
	SPLp	35.2±0.26	35.2±0.26	35.2±0.26	35.0±0.30	35.0±0.30
6300	SPLs	83.6±0.30	83.6±0.30	83.6±0.30	83.7±0.29	83.6±0.29
	SPLp	32.6±0.26	32.6±0.26	32.6±0.26	33.1±0.32	33.0±0.32
8000	SPLs	85.8±0.29	85.6±0.29	85.8±0.29	85.3±0.21	85.3±0.21
	SPLp	33.7±0.14	33.7±0.14	33.7±0.14	34.3±0.23	34.3±0.23
10000	SPLs	86.3±0.09	86.3±0.09	86.3±0.09	86.5±0.26	86.5±0.26
	SPLp	33.6±0.21	33.6±0.21	33.6±0.21	33.8±0.19	33.9±0.19

Tabel B.3 Hasil Pengukuran SPL Bahan 3

Frekuensi (Hz)	SPL (dB)	Titik				
		1	2	3	4	5
ALL	SPLp	89.3±0.09	89.1±0.11	89.3±0.09	89.5±0.34	89.0±0.09
	SPLs	58.1±0.45	57.8±1.66	57.5±0.57	59.5±0.29	59.1±1.44
100	SPLp	65.9±0.31	62.1±0.44	59.8±0.63	63.3±1.37	63.1±0.48
	SPLs	50.1±0.73	48.9±0.97	47.6±0.84	54.0±1.62	51.1±0.58
125	SPLp	59.9±1.69	62.0±2.15	61.8±1.26	60.3±1.50	61.7±1.25
	SPLs	51.9±0.94	49.9±1.35	49.5±1.53	49.0±1.42	50.3±1.09
160	SPLp	71.4±2.33	70.3±1.50	70.6±1.15	69.9±2.06	71.2±1.51
	SPLs	51.3±1.82	47.5±1.33	49.5±1.98	49.5±1.27	50.4±1.63
200	SPLp	72.8±1.63	72.2±1.33	72.5±0.96	72.1±1.15	72.3±1.12
	SPLs	47.7±1.58	48.5±1.31	49.4±1.28	50.9±1.17	49.9±1.34
250	SPLp	69.6±1.32	69.4±0.83	69.1±1.42	70.2±1.01	69.8±0.80
	SPLs	36.3±3.15	39.3±1.43	39.7±1.27	42.3±1.18	42.8±1.17
315	SPLp	68.6±1.24	71.0±1.50	69.1±0.89	69.7±0.67	68.5±1.06
	SPLs	38.0±1.24	36.3±1.34	36.5±1.29	35.8±0.99	35.1±1.16

400	SPLp	71.2±0.83	70.1±0.99	70.2±0.71	70.9±0.74	69.7±1.15
	SPLs	38.0±0.77	32.6±0.87	32.8±0.78	34.4±1.15	34.4±0.92
500	SPLp	71.6±0.84	71.8±1.12	71.7±0.72	71.5±0.75	71.6±0.67
	SPLs	31.8±0.7	31.0±0.81	32.7±1.10	33.7±0.64	33.3±1.02
630	SPLp	72.3±0.57	72.4±0.66	71.7±0.89	71.7±0.44	72.0±0.57
	SPLs	31.2±0.72	30.4±0.88	30.9±0.69	31.0±0.65	32.8±0.98
800	SPLp	71.9±0.66	71.2±0.79	71.8±0.81	72.3±0.73	72.1±0.55
	SPLs	30.7±0.73	29.7±0.70	30.0±0.67	29.6±0.59	31.0±1.31
1000	SPLp	76.0±0.59	75.2±0.68	75.5±0.73	75.9±0.45	75.3±0.60
	SPLs	29.9±0.64	28.5±0.68	29.7±0.68	30.5±0.59	30.6±0.53
1250	SPLp	77.0±0.45	76.1±0.44	77.0±0.75	77.3±0.47	76.2±0.42
	SPLs	30.2±0.52	28.4±0.63	29.6±0.55	29.9±0.50	29.7±0.80
1600	SPLp	76.4±0.65	76.1±0.58	75.3±0.63	76.0±0.59	75.9±0.45
	SPLs	29.7±0.35	28.4±0.42	29.3±0.51	29.2±0.54	29.0±0.31
2000	SPLp	73.8±0.42	73.7±0.50	73.8±0.34	74.6±0.37	74.1±0.62
	SPLs	29.1±0.35	28.3±0.50	28.8±0.35	29.0±0.30	28.9±0.45
2500	SPLp	76.0±0.3	75.8±0.39	76.0±0.46	75.8±0.32	75.6±0.37
	SPLs	29.7±0.41	28.5±0.15	29.2±0.50	29.4±0.32	29.4±0.42

3150	SPLp	76.9±0.43	76.6±0.48	76.9±0.33	77.4±0.22	76.1±0.41
	SPLs	29.4±0.21	29.2±0.23	29.2±0.28	29.2±0.27	29.3±0.53
4000	SPLp	81.9±0.3	82.0±0.30	82.4±0.22	82.5±0.31	81.9±0.36
	SPLs	30.9±0.33	29.8±0.19	30.3±0.20	30.9±0.22	30.5±0.41
5000	SPLp	79.2±0.25	79.0±0.25	79.5±0.29	79.3±0.22	78.8±0.32
	SPLs	30.0±0.28	30.0±0.26	30.1±0.26	30.0±0.26	30.0±0.37
6300	SPLs	77.0±0.39	76.6±0.28	77.3±0.27	77.1±0.22	77.0±0.23
	SPLp	30.3±0.21	30.5±0.25	30.5±0.16	30.6±0.13	30.6±0.55
8000	SPLs	78.7±0.31	78.1±0.23	78.7±0.24	78.9±0.27	78.6±0.19
	SPLp	31.4±0.21	31.3±0.22	31.3±0.14	31.4±0.16	31.4±0.21
10000	SPLs	79.2±0.29	79.6±0.21	79.4±0.27	79.7±0.17	79.3±0.17
	SPLp	32.0±0.14	31.9±0.16	31.8±0.11	32.0±0.27	31.9±0.27

Tabel B.4 Hasil Pengukuran SPL Bahan 4

Frekuensi	SPL	Titik				
		1	2	3	4	5
ALL	SPLs	91.5±0.21	91.6±0.09	92.0±0.15	92.1±0.16	91.6±0.09
	SPLp	59.4±0.57	58.6±0.49	58.3±0.49	60.1±0.43	58.5±0.58
100	SPLs	66.9±0.56	63.2±0.57	60.2±0.95	61.9±0.82	62.9±0.62
	SPLp	51.2±0.63	48.7±1.18	51.2±0.54	55.7±0.23	48.8±1.12
125	SPLs	63.1±1.24	65.4±1.6	63.8±1.97	64.1±2.05	65.2±1.19
	SPLp	53.0±1.16	52.1±1.6	50.2±1.58	51.2±1.52	52.3±1.24
160	SPLs	75.1±2.06	72.5±1.49	73.3±1.77	72.3±1	72.7±1.47
	SPLp	53.0±2.1	52.8±2.15	50.2±1.74	52.5±1.9	52.3±1.54
200	SPLs	75.6±1.34	74.2±1.97	74.7±1.77	74.5±0.88	74.6±1.51
	SPLp	49.4±1.52	51.0±1.49	51.6±1.25	52.6±1.05	50.5±1.12
250	SPLs	71.9±0.68	72.0±1.16	71.3±1.16	71.8±0.76	70.8±0.54
	SPLp	38.0±1.14	42.2±1.16	41.3±0.62	43.4±0.75	43.3±1.46
315	SPLs	71.5±1.36	73.7±1.36	70.5±0.91	71.1±1.22	70.8±0.96
	SPLp	41.2±2.15	39.3±0.83	39.7±1.2	39.0±1.75	37.6±1.11

400	SPLs	73.4±0.95	73.7±0.78	72.3±1.08	73.8±1.46	73.4±1.3
	SPLp	39.5±1.36	33.3±0.74	33.1±0.93	35.9±0.78	35.7±1.11
500	SPLs	73.3±0.87	74.1±0.61	74.0±0.44	73.2±0.97	74.6±0.91
	SPLp	36.3±1.09	35.2±0.94	35.9±0.39	36.0±1.45	35.9±0.88
630	SPLs	74.4±0.61	74.2±0.72	74.5±0.88	74.4±0.56	74.3±0.84
	SPLp	36.0±0.99	34.5±0.78	34.8±0.86	35.3±0.59	35.0±0.88
800	SPLs	73.8±0.69	74.2±0.73	74.6±0.51	74.6±0.56	74.3±0.77
	SPLp	31.5±0.4	31.4±0.54	31.3±0.45	31.9±0.54	30.9±0.58
1000	SPLs	78.2±0.53	77.1±0.63	77.5±0.61	78.0±0.67	76.9±0.89
	SPLp	34.2±0.67	32.2±0.52	32.7±0.57	33.7±0.43	33.9±0.76
1250	SPLs	79.4±0.29	78.5±0.51	79.3±0.73	79.7±0.48	78.6±0.41
	SPLp	32.3±0.34	30.5±0.34	30.9±0.74	32.6±0.52	32.0±0.48
1600	SPLs	78.1±0.56	78.2±0.43	78.0±0.58	78.7±0.58	77.9±0.57
	SPLp	30.4±0.33	28.9±0.33	29.3±0.39	30.4±0.47	30.4±0.46
2000	SPLs	76.3±0.56	76.5±0.47	76.2±0.52	76.7±0.41	76.3±0.4
	SPLp	29.8±0.25	28.8±0.31	28.8±0.4	30.4±0.28	29.0±0.59
2500	SPLs	78.2±0.51	78.4±0.24	78.6±0.46	78.5±0.4	78.7±0.46

	SPLp	31.2±0.23	30.0±0.42	29.1±0.38	30.6±0.37	30.9±0.27
3150	SPLs	79.1±0.36	79.1±0.49	79.6±0.43	79.5±0.43	78.8±0.33
	SPLp	31.4±0.37	29.6±0.28	29.3±0.35	30.5±0.43	31.0±0.42
4000	SPLs	84.4±0.25	84.8±0.33	84.5±0.36	84.9±0.29	84.6±0.25
	SPLp	33.7±0.35	31.1±0.31	30.7±0.35	32.7±0.28	34.0±0.31
5000	SPLs	81.0±0.35	81.1±0.35	81.4±0.28	81.5±0.19	81.3±0.26
	SPLp	31.2±0.31	30.3±0.33	30.2±0.25	30.6±0.27	30.4±0.25
6300	SPLs	78.8±0.28	78.8±0.22	79.3±0.34	79.2±0.25	78.6±0.35
	SPLp	31.6±0.18	30.8±0.27	30.8±0.35	30.9±0.29	31.0±0.19
8000	SPLs	80.8±0.22	81.2±0.35	81.5±0.36	81.9±0.31	81.1±0.24
	SPLp	32.5±0.18	31.8±0.23	31.6±0.19	32.1±0.21	32.3±0.27
10000	SPLs	82.0±0.2	82.2±0.17	83.8±0.15	83.3±0.31	82.7±0.21
	SPLp	33.1±0.22	32.5±0.14	32.2±0.13	32.7±0.2	33.0±0.17

Tabel B.5 Hasil Pengukuran SPL Bahan 5

Frekuensi (Hz)	SPL (dB)	Titik				
		1	2	3	4	5
ALL	SPLp	56.0±0.8	55.5±0.81	55.5±0.81	56.9±2.90	56.7±0.75
	SPLs	89.2±0.2	89.5±0.14	89.5±0.14	90.2±0.14	89.8±0.14
100	SPLp	41.5±1.1	39.9±2.64	39.9±2.64	39.2±1.52	41.8±1.37
	SPLs	59.5±1.6	54.9±1.92	54.9±1.92	54.1±2.71	54.1±2.38
125	SPLp	48.3±1.3	47.1±1.79	47.1±1.79	47.3±1.78	49.6±1.59
	SPLs	61.5±1.6	64.0±1.37	64.0±1.37	63.7±1.35	64.0±1.46
160	SPLp	50.2±1.6	48.3±1.94	48.3±1.94	48.0±1.34	50.0±1.97
	SPLs	74.1±1.8	71.7±1.53	71.7±1.53	72.2±1.55	73.2±1.02
200	SPLp	45.9±2.0	46.8±1.62	46.8±1.62	48.7±1.90	48.7±1.70
	SPLs	74.3±1.9	73.5±1.47	73.5±1.47	74.5±1.22	74.7±1.53
250	SPLp	36.9±1.3	37.9±1.15	37.9±1.15	40.5±1.08	39.0±0.88
	SPLs	70.6±1.1	72.2±1.40	72.2±1.40	73.3±1.79	71.7±1.95
315	SPLp	37.8±1.4	36.2±1.46	36.2±1.46	37.0±1.10	36.5±1.17
	SPLs	70.6±1.6	72.3±1.25	72.3±1.25	71.7±1.04	70.5±1.15

400	SPLp	36.9±0.7	33.1±0.85	33.1±0.85	34.0±0.98	35.5±0.81
	SPLs	72.2±0.8	72.9±0.75	72.9±0.75	74.3±0.89	73.1±1.25
500	SPLp	34.5±0.9	33.3±0.60	33.3±0.60	36.4±0.70	35.1±1.10
	SPLs	72.5±0.9	72.6±0.82	72.6±0.82	73.1±0.93	73.1±0.74
630	SPLp	32.5±1.2	31.3±0.67	31.3±0.67	34.0±0.70	32.6±0.83
	SPLs	73.6±0.6	74.1±0.82	74.1±0.82	74.5±0.65	74.2±1.03
800	SPLp	31.5±0.5	30.5±0.66	30.5±0.66	30.5±0.83	31.2±0.45
	SPLs	73.1±0.5	74.4±0.67	74.4±0.67	74.4±1.02	73.9±0.68
1000	SPLp	33.6±0.8	31.1±0.42	31.1±0.42	33.8±0.56	33.6±0.44
	SPLs	77.1±0.6	76.4±0.64	76.4±0.64	77.9±0.90	77.0±0.57
1250	SPLp	32.9±0.6	31.1±0.46	31.1±0.46	33.2±0.40	33.2±0.41
	SPLs	77.8±0.6	77.8±0.39	77.8±0.39	78.6±0.59	78.0±0.29
1600	SPLp	33.2±0.4	30.8±0.37	30.8±0.37	31.9±0.54	32.6±0.44
	SPLs	77.3±0.5	77.3±0.46	77.3±0.46	78.4±0.47	78.2±0.51
2000	SPLp	32.0±0.3	29.9±0.31	29.9±0.31	31.5±0.36	30.8±0.28
	SPLs	75.1±0.4	75.4±0.47	75.4±0.47	75.7±0.47	75.2±0.45
2500	SPLp	34.6±0.4	30.6±0.35	30.6±0.35	35.2±0.37	32.4±0.47
	SPLs	76.6±0.4	76.7±0.29	76.7±0.29	77.8±0.47	77.9±0.60

3150	SPLp	32.7±0.4	30.4±0.27	30.4±0.27	33.8±0.43	32.3±0.34
	SPLs	77.8±0.3	78.0±0.35	78.0±0.35	78.7±0.34	77.3±0.46
4000	SPLp	38.1±0.4	32.5±0.22	32.5±0.22	37.6±0.23	35.5±0.26
	SPLs	81.4±0.4	82.2±0.29	82.2±0.29	82.5±0.23	82.5±0.28
5000	SPLp	33.4±0.1	31.2±0.22	31.2±0.22	33.7±0.34	32.7±0.10
	SPLs	77.3±0.4	77.7±0.16	77.7±0.16	78.8±0.35	78.1±0.27
6300	SPLp	33.8±0.1	31.4±0.30	31.4±0.30	33.2±0.19	32.9±0.26
	SPLs	75.0±0.3	75.2±0.31	75.2±0.31	76.0±0.31	75.1±0.22
8000	SPLp	35.3±0.2	32.4±0.18	32.4±0.18	35.2±0.24	35.0±0.19
	SPLs	77.0±0.2	77.5±0.33	77.5±0.33	78.3±0.25	77.3±0.20
10000	SPLp	34.1±0.2	32.7±0.24	32.7±0.24	34.4±0.22	34.9±0.20
	SPLs	78.0±0.3	78.5±0.16	78.5±0.16	78.9±0.29	79.4±0.19

Tabel B.6 Perhitungan Arec pada Bahan 1

Freq (Hz)	Koef. Sabine	V	RT	V/RT	Arec
all	0.161	143	0.014	32.9645	5.31
125	0.161	143	0.034	36.8272	5.93
160	0.161	143	0.038	35.17835	5.66
200	0.161	143	0.04	29.19559	4.70
250	0.161	143	0.082	31.46315	5.07
315	0.161	143	0.041	27.3789	4.41
400	0.161	143	0.024	26.54539	4.27
500	0.161	143	0.028	29.61276	4.77
630	0.161	143	0.029	30.19426	4.86
800	0.161	143	0.034	27.15018	4.37
1000	0.161	143	0.026	30.57516	4.92
1250	0.161	143	0.021	30.84556	4.97
1600	0.161	143	0.023	31.20227	5.02
2000	0.161	143	0.018	29.38759	4.73
2500	0.161	143	0.011	31.3459	5.05
3150	0.161	143	0.026	32.19995	5.18
4000	0.161	143	0.011	31.81313	5.12
5000	0.161	143	0.015	32.71563	5.27
6300	0.161	143	0.014	34.65826	5.58
8000	0.161	143	0.018	35.60757	5.73

Tabel B.7 Perhitungan Arec pada Bahan 2

Freq (Hz)	Koef Sabine	V	RT	V/RT	Arec
all	0.161	143	0.014	37.44	6.03
125	0.161	143	0.059	31.91	5.14
160	0.161	143	0.04	33.6	5.41

200	0.161	143	0.032	33.6	5.41
250	0.161	143	0.026	33.54	5.4
315	0.161	143	0.044	34.84	5.61
400	0.161	143	0.029	26.95	4.34
500	0.161	143	0.02	26.72	4.3
630	0.161	143	0.017	29.05	4.68
800	0.161	143	0.026	30.02	4.83
1000	0.161	143	0.026	30.77	3
1250	0.161	143	0.044	32.7	5.26
1600	0.161	143	0.041	32.41	5.22
2000	0.161	143	0.034	37.44	6.03
2500	0.161	143	0.016	37.11	5.98
3150	0.161	143	0.035	40.99	6.6
4000	0.161	143	0.017	42.17	6.79
5000	0.161	143	0.009	48.61	7.83
6300	0.161	143	0.014	59.39	9.56
8000	0.161	143	0.016	76.43	12.31

Tabel B.8 Perhitungan Arec pada Bahan 3

Freq (Hz)	Koef. Sabine	V	RT	V/RT	Arec
all	0.161	143	0.03	38.28	6.16
125	0.161	143	0.054	29.54	4.76
160	0.161	143	0.052	32.38	5.21
200	0.161	143	0.053	33.35	5.37
250	0.161	143	0.11	32.06	5.16
315	0.161	143	0.033	32.28	5.20
400	0.161	143	0.063	27.68	4.46
500	0.161	143	0.041	28.24	4.55
630	0.161	143	0.027	31.33	5.04
800	0.161	143	0.04	28.03	4.51

1000	0.161	143	0.007	32.90	9.26
1250	0.161	143	0.132	32.61	5.25
1600	0.161	143	0.032	35.42	5.70
2000	0.161	143	0.047	39.58	6.37
2500	0.161	143	0.036	38.32	6.17
3150	0.161	143	0.056	39.87	6.42
4000	0.161	143	0.032	44.04	7.09
5000	0.161	143	0.04	48.34	7.78
6300	0.161	143	0.031	57.55	5.3
8000	0.161	143	0.034	79.80	12.85

Tabel B.9 Perhitungan Arec pada Bahan 4

Freq (Hz)	Koef. Sabine	V	RT	V/RT	Arec
all	0.161	143	0.026	35.98	5.79
125	0.161	143	0.269	38.62	6.22
160	0.161	143	0.049	29.17	4.70
200	0.161	143	0.046	32.75	5.27
250	0.161	143	0.04	29.82	4.80
315	0.161	143	0.028	29.39	4.73
400	0.161	143	0.023	26.27	4.23
500	0.161	143	0.055	27.10	4.36
630	0.161	143	0.032	25.43	4.09
800	0.161	143	0.018	24.71	3.98
1000	0.161	143	0.034	28.08	4.52
1250	0.161	143	0.018	30.00	4.83
1600	0.161	143	0.019	32.21	5.19
2000	0.161	143	0.016	32.86	5.29
2500	0.161	143	0.024	35.21	5.67
3150	0.161	143	0.012	36.55	5.89
4000	0.161	143	0.015	36.71	5.08

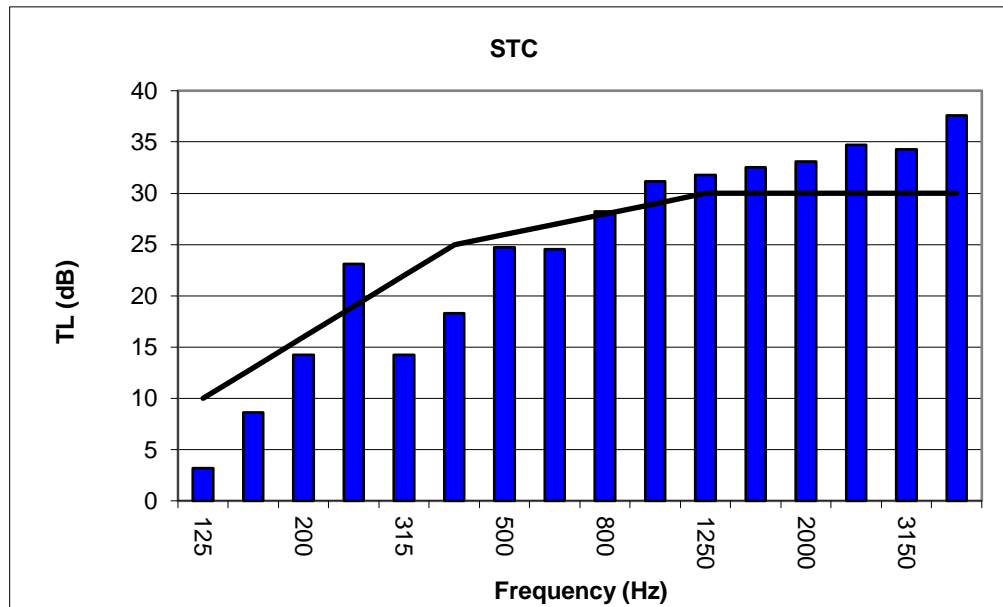
5000	0.161	143	0.032	42.21	6.80
6300	0.161	143	0.029	49.84	8.02
8000	0.161	143	0.021	57.85	9.31

Tabel B.10 Perhitungan Arec pada Bahan 5

Freq (Hz)	Koef. Sabine	V	RT	V/RT	Arec
all	0.161	143	5.868	24.36946	3.92
125	0.161	143	6.138	23.29749	3.75
160	0.161	143	6.097	23.45416	3.78
200	0.161	143	6.178	23.14665	3.73
250	0.161	143	6.189	23.10551	3.72
315	0.161	143	5.888	24.28668	3.91
400	0.161	143	5.408	26.44231	4.26
500	0.161	143	6.42	22.27414	3.59
630	0.161	143	6.339	22.55876	3.63
800	0.161	143	6.424	22.26027	3.58
1000	0.161	143	5.598	25.54484	4.11
1250	0.161	143	6.004	23.81746	3.83
1600	0.161	143	5.957	24.00537	3.86
2000	0.161	143	5.962	23.98524	2.74
2500	0.161	143	6.068	23.56625	3.79
3150	0.161	143	5.913	24.184	3.89
4000	0.161	143	6.12	23.36601	2.13
5000	0.161	143	5.861	24.39857	3.93
6300	0.161	143	5.583	25.61347	4.12
8000	0.161	143	5.649	25.31421	4.08

Tabel B.11 Perhitungan TL dan STC pada Bahan 1

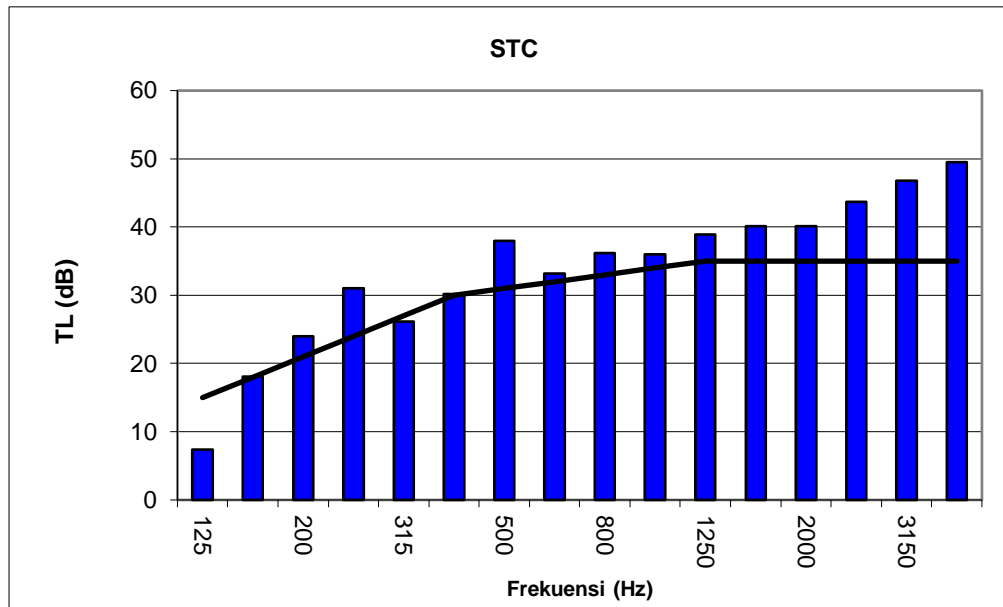
STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
26	125	3.2	-16	10.00	7.00
26	160	8.6	-13	13.00	4.00
26	200	14.3	-10	16.00	2.00
26	250	23.1	-7	19.00	0.00
26	315	14.2	-4	22.00	8.00
26	400	18.3	-1	25.00	7.00
26	500	24.7	0	26.00	1.00
26	630	24.6	1	27.00	2.00
26	800	28.2	2	28.00	0.00
26	1000	31.2	3	29.00	0.00
26	1250	31.8	4	30.00	0.00
26	1600	32.5	4	30.00	0.00
26	2000	33.1	4	30.00	0.00
26	2500	34.7	4	30.00	0.00
26	3150	34.3	4	30.00	0.00
26	4000	37.6	4	30.00	0.00
Total					31



Gambar B.1 Grafik STC-26 pada Bahan 1

Tabel B.12 Perhitungan TL dan STC pada Bahan 2

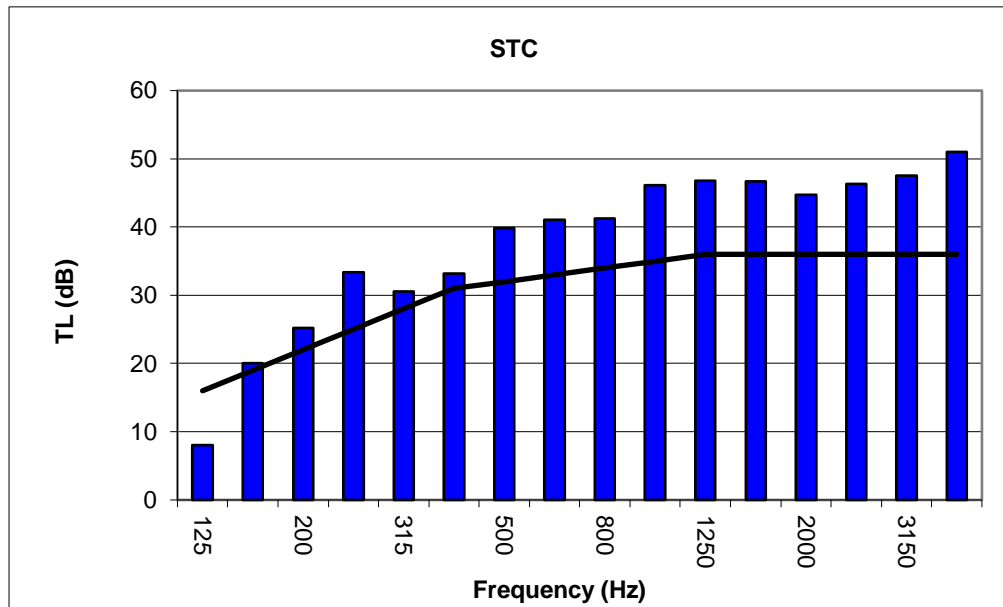
STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
31	125	7.4	-16	15.00	8
31	160	18.1	-13	18.00	0
31	200	23.9	-10	21.00	0
31	250	31.1	-7	24.00	0
31	315	26.1	-4	27.00	1
31	400	30.2	-1	30.00	0
31	500	37.9	0	31.00	0
31	630	33.2	1	32.00	0
31	800	36.2	2	33.00	0
31	1000	36.0	3	34.00	0
31	1250	38.9	4	35.00	0
31	1600	40.2	4	35.00	0
31	2000	40.1	4	35.00	0
31	2500	43.7	4	35.00	0
31	3150	46.8	4	35.00	0
31	4000	49.5	4	35.00	0
Total					9



Gambar B.2 Grafik STC-31 pada Bahan 2

Tabel B.13 Perhitungan TL dan STC pada Bahan 3

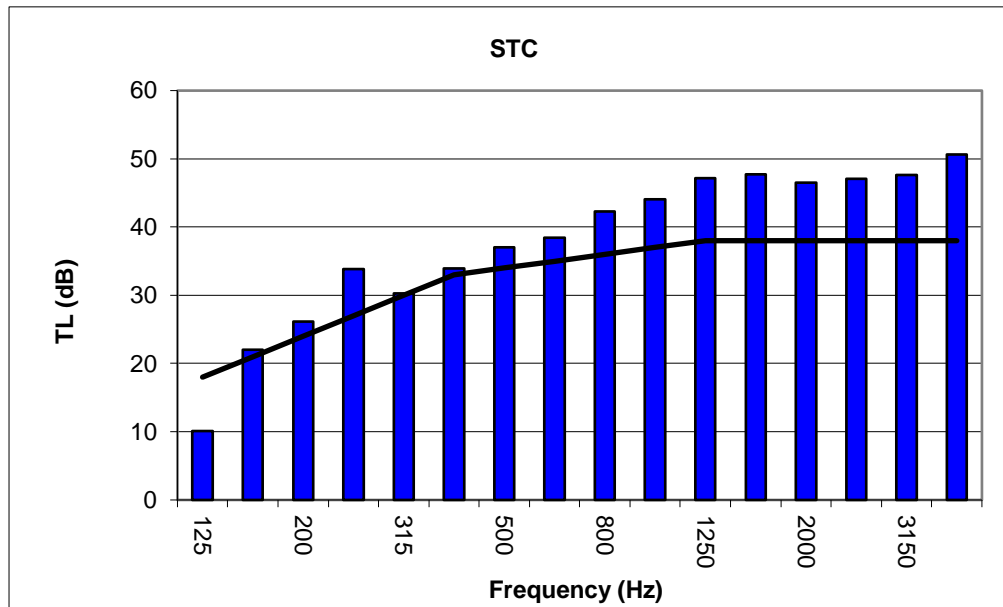
STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
32	125	2.0	-16	16.00	8
32	160	20.1	-13	19.00	0
32	200	25.2	-10	22.00	0
32	250	21.8	-7	25.00	0
32	315	30.6	-4	28.00	0
32	400	33.2	-1	31.00	0
32	500	28.9	0	32.00	0
32	630	41.1	1	33.00	0
32	800	41.2	2	34.00	0
32	1000	37.2	3	35.00	0
32	1250	46.8	4	36.00	0
32	1600	46.7	4	36.00	0
32	2000	34.7	4	36.00	0
32	2500	46.3	4	36.00	0
32	3150	47.5	4	36.00	0
32	4000	43.3	4	36.00	0
Total					8



Gambar B.3 Grafik STC-32 pada Bahan 3

Tabel B.14 Perhitungan TL dan STC pada Bahan 4

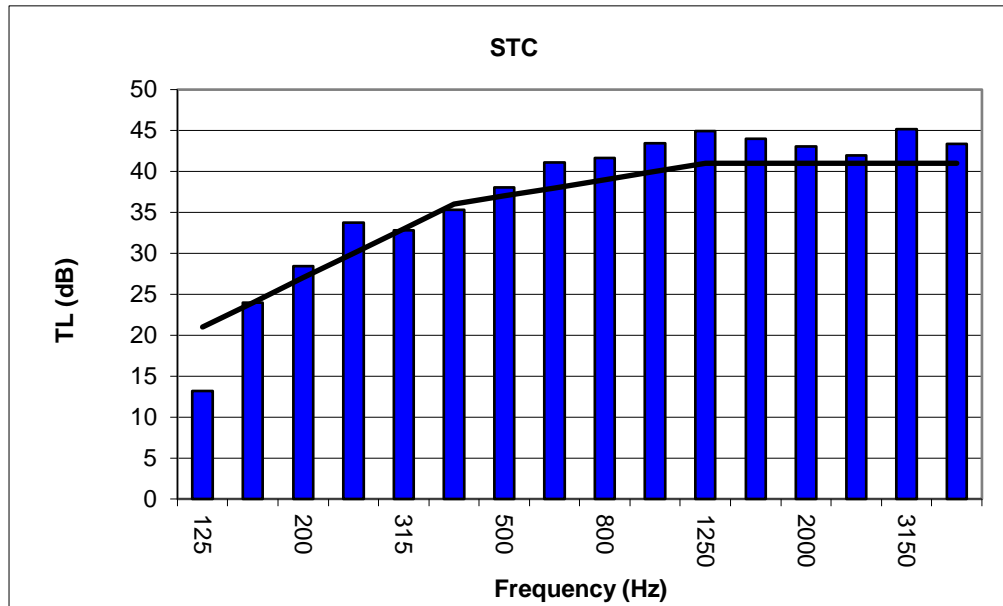
STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
34	125	10.1	-16	18.00	8
34	160	22.1	-13	21.00	0
34	200	26.2	-10	24.00	0
34	250	33.8	-7	27.00	0
34	315	30.3	-4	30.00	0
34	400	33.9	-1	33.00	0
34	500	37.1	0	34.00	0
34	630	38.4	1	35.00	0
34	800	42.3	2	36.00	0
34	1000	44.0	3	37.00	0
34	1250	47.2	4	38.00	0
34	1600	47.7	4	38.00	0
34	2000	46.5	4	38.00	0
34	2500	47.1	4	38.00	0
34	3150	47.6	4	38.00	0
34	4000	50.7	4	38.00	0
Total					8



Gambar B.4 Grafik STC-34 pada Bahan 4

Tabel B.15 Perhitungan TL dan STC pada Bahan 5

STC	Freq	TL	TL-Ref	STC-N	ASNTM
37	125	13.2	-16	21.00	8
37	160	23.9	-13	24.00	0
37	200	28.4	-10	27.00	0
37	250	33.7	-7	30.00	0
37	315	32.8	-4	33.00	0
37	400	35.3	-1	36.00	1
37	500	38.0	0	37.00	0
37	630	41.1	1	38.00	0
37	800	41.7	2	39.00	0
37	1000	43.5	3	40.00	0
37	1250	44.9	4	41.00	0
37	1600	44.0	4	41.00	0
37	2000	43.1	4	40.80	0
37	2500	42.0	4	41.00	0
37	3150	45.1	4	41.00	0
37	4000	43.3	4	44.50	0
Total					9



Gambar B.5 Grafik STC-37 pada Bahan 5

“Halaman Segaja dikosngkan”

BIODATA PENULIS



Penulis “ Selvi Fidia Putri Lestari” merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir di Mojokerto, 12 Agustus 1995. Penulis telah menempuh pendidikan pertama di Taman Kanak-Kanak Tunas remaja 2000-2001. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar Negeri (SD) Penompo II pada tahun 2001-2007. Setelah itu menempuh Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 2 Gedeg Mojokerto pada tahun 2007-2011. Lalu melanjutkan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Puri Mojokerto pada tahun 2011-2013. Kemudian penulis diterima di Strata-1 (S1) Jurusan Fisika FMIPA ITS melalui jalur SNMPTN. Selama menjalani jenjang perkuliahan penulis juga ikut serta dalam kegiatan organisasi intra kampus. Pada tahun 2014 penulis menjadi Staff PSDM HIMASIKA periode 2014-2015. Kemudian menjadi Staff Ahli Departemen PSDM HIMASIKA periode 2015-2016. Selain organisasi, penulis juga mengikuti PKM yang diadakan oleh Dikti, pada tahun 2016 PKM penulis termasuk dalam PKM Terdanai. Harapan dari penulis adalah mampu menjadi generasi penerus “FISIKA ITS” yang berguna untuk bangsa dan negara. Apabila ingin sharing dengan penulis dapat mengirimkan melalui email (selvi.fidia.putri.lestari12@gmail.com).

“Halaman sengaja dikosongkan”